

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
институт

Кафедра «Теплотехника и гидрогазодинамика»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В. А. Кулагин
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2016г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

140400.62 Промышленная теплоэнергетика

Энергосбережения за счет внедрения автоматики в тепловой узел

Руководитель

подпись, дата

Д. Т. Н., профессор
должность, ученая степень

А. П. Скуратов
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

В. Д. Белоусова
инициалы, фамилия

Красноярск 2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме "Проект ИТП для жилого дома" содержит 69 страниц текстового документа, 3 приложений, 16 использованных источников, презентации графического материала.

ТЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА, ЭЛЕВАТОР, ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ТРУБОПРОВОДЫ.

Объект реконструкции - элеваторный узел объекта культурного наследия регионального значения "Жилой дом. Русский классицизм, нач. XIX в." по адресу: г. Красноярск, Центральный район, пр. Мира, 14.

Цель реконструкции:

В связи с непрерывным ростом цен на тепло и горячую воду и в соответствии с Федеральным законом РФ от 23.11.09 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» возникла необходимость в реконструкции элеваторного узла жилого дома с применением автоматизированных систем управления (АСУ) (установка индивидуального теплового пункта). В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы, связанные с проектированием ИТП.

ИТП предназначено для присоединения систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения и технологических теплоиспользующих установок здания. Общая нагрузка на ИТП составляет 1,4467 Гкал/ч (1,6825 МВт).

Для покрытия требуемых тепловых нагрузок потребителей составлена и рассчитана тепловая схема ИТП, выбрано основное и вспомогательное оборудование.

В проекте разработаны системы электроснабжения и автоматизации. Произведен расчет периода окупаемости ИТП. Рассмотрены вопросы безопасной и экологичной работы оборудования.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Литературный обзор по энергосбережению в теплоснабжении	4
1.1 Элеваторный узел.....	4
1.2 Типы элеваторов и для чего используются.....	5
1.3 Автоматизация элеваторов.....	10
1.4 Индивидуальные тепловые пункты.....	13
1.5 Преимущества ИТП.....	13
1.6 Наиболее распространённые схемы тепловых пунктов.....	18
2 Проектная часть.....	19
2.1 Расчёт нагрузки, расходов и параметров теплоносителя для проектирования УУТЭ.....	19
2.2 Подбор оборудования УУТЭ.....	21
2.3 Гидравлический расчёт.....	28
2.4 Выбор схемы ИТП.....	44
2.5 Подбор оборудования ИТП.....	75
5 Заключение.....	78
6 Список использованных источников.....	79
Приложение А Спецификация оборудования, изделий и материалов узла учета тепловой энергии (УУТЭ).....	80
Приложение Б Спецификация оборудования, изделий и материалов индивидуального теплового пункта (ИТП).....	85
Приложение В Наиболее распространенные схемы тепловых пунктов (ТП)	93

					ДП-140400.63-2016 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							
Разраб.		В.Д. Белоусова			Проект ИТП для жилого дома			Лит.	Лист	Листов	
Провер.		А.П. Скуратов								2	69
								ТТuГГД			
Н. Контр.		Е.Б. Истягина									
Утвержд.		В.А. Кулагин									

ВВЕДЕНИЕ

Целью дипломного проекта является проектирование ИТП для обеспечения теплоснабжения нагрузок отопления, вентиляции и горячего водоснабжения здания.

Для этого необходимо:

1. Осуществить расчет принципиальной тепловой схемы и выбор оборудования.
2. Запроектировать общий узел коммерческого учета тепловодопотребления.
3. Предусмотреть автоматизацию оборудования ИТП в объеме требований СП 41-101-95.
4. Предусмотреть установку автоматизированной системы регулирования параметров теплоносителя в системах отопления, вентиляции и ГВС

Границами проектирования ИТП являются: по сетевой воде - от вводной арматуры в пределах помещения ИТП включительно, по контурам отопления, вентиляции, холодной воде, ГВС до арматуры к соответствующим присоединениям в пределах помещения ИТП включительно, подключение электрооборудования - от вводного шкафа в помещении ИТП.

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

1 Литературный обзор по энергосбережению в теплоснабжении

1.1 Элеваторный узел

Для жилых зданий температура теплоносителя, поступающего в нагревательные приборы по санитарным нормам не должна превышать 95°C, а в магистралях тепловых сетей может подаваться перегретая вода температурой 130-150°C. Следовательно необходимо понизить температуру теплоносителя до требуемой величины. Достигается это с помощью элеватора, установленного в узле управления системой отопления здания. Обвязка элеватора – соответствующая регулирующая и запорная арматура, контрольные манометры и термометры, в сумме с элеватором это и есть элеваторный узел. Принцип действия элеватора заключается в том, что перегретая вода из подающей магистрали поступает в конусное съемное сопло, где скорость движения воды резко возрастает, в результате чего струя воды, выходящая из сопла в камеру смешивания, подсасывает охлажденную воду из обратного трубопровода через перемычку во внутреннюю полость элеватора. При этом в элеваторе происходит смешение перегретой и охлажденной воды, поступающей из системы отопления. Таким образом, вода требуемой температуры поступает в нагревательные приборы системы отопления.

Тепловые элеваторные узлы ТЭУ (УТЭ) предназначены для эксплуатации в домовой системе отопления и присоединения ее к источнику теплоснабжения (тепловым сетям), для того чтобы в случае необходимости снизить температуру сетевой воды путем подмешивания к ней части воды из обратного трубопровода системы отопления. Данный метод с использованием элеваторного узла является самым распространенным и оптимальным по цене; стоимость такого узла гораздо ниже, чем какого-либо другого. Также могут применяться для контроля за параметрами работы местной системы отопления.

В элеваторный узел отопления включаются следующие элементы (рисунок 1):

элеватор - 1шт.; грязевик - 1шт.; задвижка чугунная - 2шт.; задвижка стальная - 2шт.; кран 3-х ходовой - 4шт.; манометр - 4шт.; термометр - 4шт..

Рабочие параметры сред:

условное давление - 1,6 МПа; температура греющей среды - не более 150 °С.

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		4

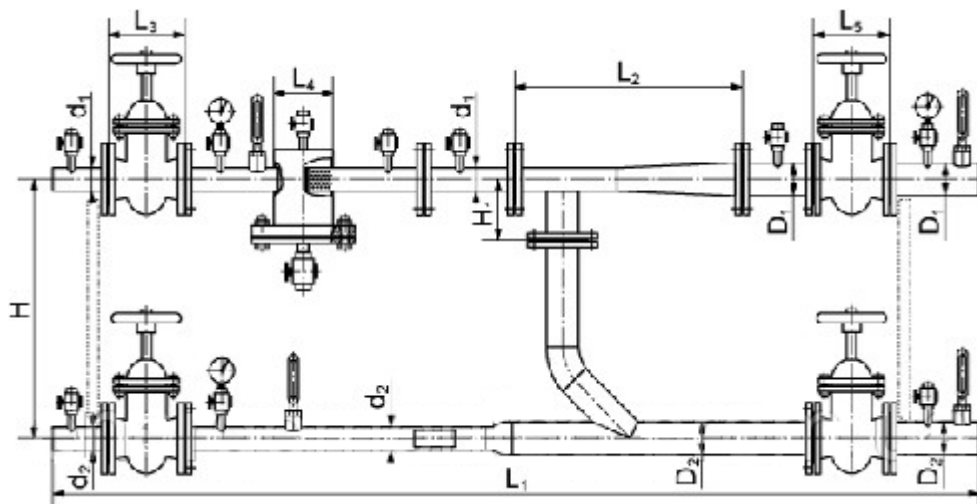


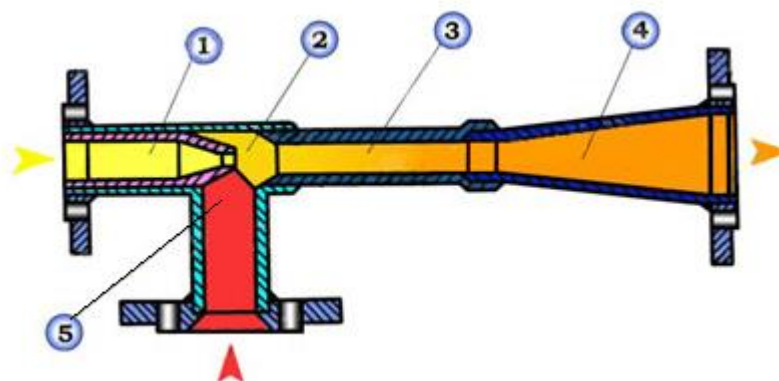
Рисунок 1 – Схема элеваторного узла

1.2 Типы элеваторов и для чего используются

Элеватор водяного отопления - (изобретение советского инженера В. М. Чаплина) водоструйный насос, применяемый для подмешивания к горячей воде, поступающей из системы теплоснабжения, воды из обратного теплопровода.

В большинстве случаев используют элеватор, где требуемая температура воды обеспечивается необходимой пропорцией смешения. Элеватор - это используемый в системах теплоснабжения струйный аппарат, у которого активным и пассивным потоками служит вода.

Принципиальная схема струйного аппарата представлена на рисунке 2.



1. Сопло элеватора; 2. Приемная камера; 3. Камера смешивания; 4. Диффузор;
5. Подмешиваемая жидкость.

Рисунок 2 – Схема водоструйного элеватора

Принцип действия струйного элеватора следующий: горячая вода из подающего трубопровода поступает в узкое съемное конусное сопло, скорость потока резко возрастает. За счет эффекта Бернулли, в приемной камере, за соплом создается разрежение. В результате чего происходит подсосывание охлажденной воды из обратного трубопровода и в камере смешивания происходит смешение воды из подающего и обратного трубопроводов, а также создается принудительная циркуляция. То есть элеватор работает как смеситель и как циркуляционный насос. Далее вода нужной температуры поступает в отопительные приборы. Элеватор является основной частью элеваторного узла.

1.3 Автоматизация элеваторов

Снижение температуры сетевой воды, поступающей в систему отопления зданий при зависимой схеме теплоснабжения, до требуемых значений (в соответствии с температурой наружного воздуха) в большинстве случаев, как и раньше, в нашей стране осуществляется с помощью водоструйных элеваторов. Достоинства такого оборудования - простота и надежность, дешевизна, не требуется электропитание.

В то же время остается проблема перерасхода тепловой энергии для отопления общественных зданий в то время, когда люди в них отсутствуют. Это время может составлять от 40 до 70% продолжительности отопительного сезона. На производственных предприятиях, как правило, также нет ни ночного (в рабочие дни), ни суточного (в выходные и праздничные дни) регулирования температуры воздуха внутри помещений. Кроме того, ежегодно, как в жилых, так и в нежилых зданиях, осенью и весной отопительные системы с элеваторным подключением по зависимой схеме и с открытым водоразбором в течение 40-50 суток работают с перетопом.

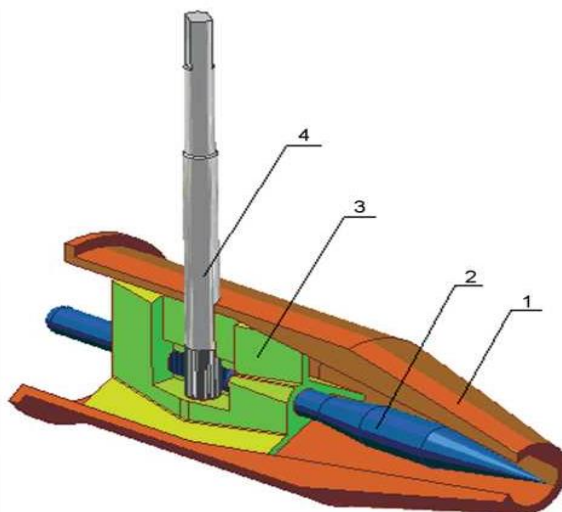
Обычные элеваторные узлы для решения данных проблем не подходят. Если для снижения теплопотребления попытаться уменьшить расход сетевой воды, то в такой же пропорции сократится расход воды в системе отопления, а это сразу приведет к разрегулировке системы отопления здания.

Одним из вариантов снижения затрат на отопление в таких случаях является замена элеваторов на регулируемые, например, на энергосберегающий водоструйный аппарат с регулируемым соплом (ВАРС), разработанный в г. Санкт-Петербурге на основе изобретения «Струйный аппарат» (Патент РФ № 2151918).

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

Модернизация водоструйного элеватора состоит в том, что на серийно выпускаемом нерегулируемом элеваторе устанавливается регулирующий исполнительный механизм. Он прост по устройству, не металлоемок. Конструкция этого механизма обеспечивает высокую устойчивость работы системы отопления при малых расходах сетевой воды.

Регулирующий исполнительный механизм рисунок 4 состоит из конусного сопла 1, в котором помещена регулирующая дроссельная игла 2. В конусном сопле также расположен направляющий аппарат 3, неподвижные лопатки которого выполнены таким образом, что по ходу движения воды струя закручивается, что повышает инжекционные характеристики элеватора в широком диапазоне регулирования расхода. Одновременно с функцией закручивания струи воды направляющий аппарат является кожухом для дроссельной иглы. При вращении зубчатого валика 4 (вручную или от электропривода) дроссельная игла перемещается в продольном направлении сопла, изменяя его эффективное сечение, благодаря чему и осуществляется регулировка расхода воды.



1. Конусное сопло; 2. Дроссельная игла;
3. Направляющий аппарат; 4. Зубчатый валик.

Рисунок 4 – Регулирующий исполнительный механизм элеватора

Возможно как увеличение расхода сетевой воды, проходящей через элеватор, на 10-20% от расчетного значения, так и уменьшение расхода сетевой воды в определенном диапазоне (почти до полного закрытия сопла - остается предохранительный зазор 0,8-1,2 мм между конусом и иглой).

При уменьшении рабочего сечения инжектирующего сопла скорость потока сетевой воды увеличивается и, соответственно, возрастает коэффициент смешения, а, следовательно, расход смешанной воды будет близок к

расчетному значению. В результате, при постоянном расходе и давлении воды после элеватора достигается снижение ее температуры. Чтобы диапазон сокращения расхода сетевой воды был как можно больше, требуется обеспечить разность давлений в подающем и обратном трубопроводе не менее 0,1-0,3 МПа. Кроме того, гидравлическое сопротивление системы отопления здания должно быть минимальным. Например, регулируемые элеваторы могут быть применены в системе отопления, где не используются радиаторные термостатические клапаны.

1.6 Наиболее распространенные схемы тепловых пунктов

Схема индивидуального теплового пункта представляет собой комплекс оборудования, которое делится на несколько узлов. Это вводный трубопровод, теплообменники, насосы и трубопровод обратного хода теплоносителя. В зависимости от типа схемы теплового пункта жилого дома комплект оборудования будет различаться.

Наиболее распространенные схемы тепловых пунктов приведены в приложении В

1.7 Современные изоляционные материалы

В качестве изоляции используется K-FLEX (вспененный каучук). Область применения для систем отопления, водоснабжения, канализации, холодной техники, в системах с отрицательным перепадом температур, в системах вентиляции.

Технические характеристики K-FLEX

Показатель	Значение
Температура применения, °C	От -200 до +150°
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К) при температуре, °C	
-100	0,024
-50	0,029
0	0,036
20	0,038
Сопротивление диффузии водяного пара (фактор μ) по DIN 5516	≥ 7000
Плотность, кг/м ³	$65 \pm 26^{**}$
Показатель кислотности (pH) по DIN 1988/7	нейтральный

Используется стекловолокно ISOVER

«Изовер» - утеплитель, технические характеристики которого позволяют судить о нем как об одном из наиболее эффективных на сегодняшний день материалов. Он имеет очень широкую сферу применения. Производится он из стекловолокна и поставляется в виде удобных для монтажа плит и матов. Используют его как для изоляции небольших частных домов, так и многоэтажек либо промышленных сооружений. Также этот вид утеплителя очень неплохо подходит для защиты от холода водопроводов и других хозяйственных коммуникационных систем.

Технические характеристики

Вид материала	Мат
Водопоглощение при частичном погружении за 24 часа, ГОСТ Р ЕН 1609, кг/м ² , не более	1
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м*К), не более: ГОСТ 7076-99, λ10	0,037
ГОСТ 7076-99, λ25	0,039
по СП 23-101-2004, λА	0,040
по СП 23-101-2004, λБ	0,042
Группа горючести, ГОСТ 30244-94	НГ

Производство энергофлекса базируется на вспененном полиэтилене высокого давления (бутан-пропановая смесь без содержания фреона), что обуславливает его высокую устойчивость к химическим воздействиям, широкий диапазон температур (до +95 °С) прочность, экологичность, влагостойкость и долговечность. Благодаря низкому коэффициенту теплопроводности **изоляция**

Технические характеристики изоляции трубной Energoflex

Характеристика	Значение			Методика
Диапазон рабочих температур, °C	от -40 до +95			prEN 14707; prEN 14313
Коэффициент теплопроводности, λ Вт/(м·°C)	при 0°C	при 10°C	при 50°C	ГОСТ 7076
	0,035	0,037	0,045	
Фактор сопротивления диффузии водяного пара, μ	≥3 000			НИИМосстрой
Группа горючести	Г1			ГОСТ 30244
Коэффициент звукопоглощения, %	частота 250 – 1250 Гц	частота 1600 – 3600 Гц		ГОСТ 16297
	26	52		
Прочность на растяжение при разрыве, МПа	0,15			ГОСТ 14236
Коррозионная безопасность	стойки к агрессивным строительным материалам – цементу, бетону, гипсу, извести			
Экологическая безопасность	не содержат хлорфторуглеводородов			
Срок службы, лет	20 – 25			НИИМосстрой

2 Проектная часть

Сохранение объекта культурного наследия регионального значения "Жилой дом. Русский классицизм, нач. XIX в." по адресу: г. Красноярск, Центральный район, пр. Мира, 14

Краткая характеристика системы теплоснабжения

Теплоснабжение здания осуществляется по двум трубопроводам: подающему $D_y = 32 \text{ мм}$, обратному $D_y = 32 \text{ мм}$. Система теплоснабжения – водяная двухтрубная. Схема присоединения отопления – независимая. Схема присоединения вентиляции – независимая. Схема присоединения ГВС – открытая с использованием регулятора температуры.

Характеристика измеряемой среды

Источником теплоснабжения являются наружные тепловые сети с параметрами

Температура:

- в подающем трубопроводе $t_n = 150^\circ \text{C}$;
- в обратном трубопроводе $t_o = 70^\circ \text{C}$.

Давление:

- в подающем трубопроводе $P_n = 8,0 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$;
- в обратном трубопроводе $P_o = 6,0 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$.

Располагаемый напор на вводе – $H_p = 20,0 \text{ м.вод.ст.}$.

2.1 Расчёт нагрузки, расходов и параметров теплоносителя для проектирования УУТЭ

Максимальный (расчетный) расход воды на отопление (зимний период):

$$G_{om} = \frac{Q_{om}}{(t_n - t_o) \cdot 1,163}, \quad (7)$$

где Q_{om} - максимальный расход теплоты на отопление, МВт;

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

$t_n = 150^\circ C$ - температура в подающем трубопроводе;

$t_o = 70^\circ C$ - температура в обратном трубопроводе.

$$G_{om} = \frac{54}{(150 - 70) \cdot 1,163} = 0,58 \frac{m}{час}.$$

Максимальный (расчетный) расход воды на вентиляцию (зимний период):

$$G_{\epsilon} = \frac{Q_{\epsilon}}{(t_n - t_o) \cdot 1,163}, \quad (8)$$

где Q_{ϵ} - максимальный расход теплоты на вентиляцию, МВт;

$t_n = 150^\circ C$ - температура в подающем трубопроводе;

$t_o = 70^\circ C$ - температура в обратном трубопроводе.

$$G_{\epsilon} = \frac{19,7}{(150 - 70) \cdot 1,163} = 0,212 \frac{m}{час}.$$

Максимальный (расчетный) расход воды на горячее водоснабжение:

$$G_{ГВС} = \frac{Q_{ГВС}}{(t_h - t_c) \cdot 1,163}, \quad (9)$$

где $Q_{ГВС}$ - максимальный расход теплоты на горячее водоснабжение, МВт;

$t_h = 65^\circ C$ - температура в подающем трубопроводе;

$t_c = 5^\circ C$ - температура в обратном трубопроводе.

$$G_{ГВС} = \frac{10,12}{(65 - 5) \cdot 1,163} = 0,145 \frac{m}{час}.$$

Общий максимальный (расчетный) расход сетевой воды:

$$G_{общ} = G_{om} + G_{\epsilon} + G_{ГВС}, \quad (10)$$

$$G_{общ} = 0,58 + 0,212 + 0,145 = 0,937 \frac{m}{час}.$$

2.2 Подбор оборудования УУТЭ

Выбор приборов учета и сведения о месте установки.

Все технические средства, примененные в проекте, имеют разрешение Госстандарта РФ на производство и выпуск в обращение, и номер по государственному реестру.

Для учета тепловой энергии выбран теплосчетчик ТСК7-Э1, в состав которого входит:

- тепловычислитель ВКТ-7-04, зарегистрированный в Государственном реестре средств измерений России № 23195-06;
- электромагнитные преобразователи объемного расхода ПРЭМ, Ду 20 зарегистрированные в государственном реестре средств измерений России №17858-06;
- электромагнитный преобразователь объемного расхода МастерФлоу, Ду 15 зарегистрированные в государственном реестре средств измерений России №31001-08;
- комплект термопреобразователей сопротивления КТСП-Н, зарегистрированные в государственном реестре средств измерений России № 28478-04;
- комплект цифровых преобразователей избыточного давления КРТ-9 (4-20) мА на 1,6 МПа (класс точности 0,5%).

Узел учета тепловой энергии, располагается в помещении узла ввода подвального этажа здания. Преобразователи расхода, давления и температуры устанавливаются на подающем и обратном трубопроводах теплового ввода в помещении узла ввода, как можно ближе к границе раздела балансовой принадлежности тепловых сетей, до разводки ИТП, после головной запорной арматуры.

Тепловычислитель устанавливается в шкафу в помещении узла ввода рядом с узлом учета тепла.

Учет тепловой энергии в системе ГВС осуществляется при помощи преобразователя расхода и температуры, установленном на трубопроводе ГВС после регулятора температуры в помещении ИТП.

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

Таблица 2 - Характеристики измерительных участков

Характеристики	Значения	Единицы измерения
Подающий трубопровод		
1. Наружный диаметр	40	мм
2. Внутренний диаметр	32	мм
3.Материал	Сталь 20	
4. Шероховатость стенок	0,1	мм
5. Коэффициент линейного теплового расширения	$12 \cdot 10^{-4}$	°C
Обратный трубопровод		
1. Наружный диаметр	40	мм
2. Внутренний диаметр	32	мм
3.Материал	Сталь 20	
4. Шероховатость стенок	0,1	мм
5. Коэффициент линейного теплового расширения	$12 \cdot 10^{-4}$	°C
Подающий трубопровод ГВС		
1. Наружный диаметр	26	мм
2. Внутренний диаметр	20	мм
3.Материал	Сталь 20	
4. Шероховатость стенок	0,1	мм
5. Коэффициент линейного теплового расширения	$12 \cdot 10^{-4}$	°C

Таблица 3 - Основные метрологические данные теплосчетчика ТСК 7-Э1

Величина	Предел погрешности
1. Количество теплоты, Гкал (оценка погрешности измерений производится по МИ 2553-99)	Класс С по ГОСТ Р51649 (при мин. разности температур 1 °C)
2. Масса, т	±2 %
3. Объем, т	±2 %
4. Температура, °C	±(0,6+0,004t)
5. Разность температур, °C	±(0,1+0,001t)
6. Давление, МПа (кгс/см ²)	±1 %
7. Время, час	±0,01 %
8. Периодичность поверки, лет	4

Таблица 4 - Основные технические, метрологические и эксплуатационные данные тепловычислителя

1. Тип прибора	ВКТ-7-04
2 Относительная погрешность показаний, %: измерения тепловой энергии при 180 °C=> dt => 2 °C массы времени	$\pm 0,1+3/d_t$ $\pm 0,1$ $\pm 0,01$
3 Способ регистрации (индикатор, принтер, компьютер)	Индикатор
4 Питание (сетевое или автономное)	автономное от батарей 3,6 В
5 Срок службы батарей, лет	не более 12 лет.
6 Периодичность поверки, лет.	1 раз в 4 года.
7 Температура окружающего воздуха, °C	от -10 до +50
8 Относительная влажность воздуха, %	до 95
9 Атмосферное давление, кПа	до 106,7
10 Степень защиты по ГОСТ 14254	IP54

Таблица 5 - Основные технические, метрологические и эксплуатационные данные преобразователей расхода

1 Способ преобразования расхода	Электромагнитный	Электромагнитный
2 Место установки	Подающий, обратный трубопровод	Трубопровод ГВС
3 Тип прибора	ПРЭМ, Ду20	МастерФлоу, Ду15
4 Вес импульса, л/имп	0,5	0,005
5 Класс точности	C1	Б
6 Относительная погрешность, %	$\pm 2 \%$	$\pm 0,3 \%$
7 Диапазон измерения расхода, м ³ /ч	0,048 – 12	0,01 – 5
8 Питание (сетевое или автономное)	Преобразователь 220В/12	Преобразователь 220В/12
9 Год выпуска	2013	2013
10 Диапазон рабочих температур, °C	0 - 150	0 - 150
11 Давление измеряемой среды, МПа	До 1,6	До 1,6
12 Периодичность поверки, лет.	1 раз в 4 года.	1 раз в 4 года.
13 Температура окружающего воздуха, °C (по паспорту)	От – 10 до +50	От – 10 до +50
14 Относительная влажность воздуха, %	До 95	До 95
15 Атмосферное давление, кПа	До 106,7	не менее 61,33
16 Изменение напряжения питания, В	От 10,2 до 13,2	От 11,5 до 15
17 Степень защиты по ГОСТ 14254	IP 55	IP 65

Таблица 6 - Основные технические, метрологические и эксплуатационные данные преобразователей температуры

1 Место установки	Подающий, обратный трубопровод	Обводная линия (летнее ГВС)
2 Тип прибора	КТСП-Н	ТСП-Н
3 Диапазон измерения температуры, °С	0 ÷ 160	0 ÷ 160
4 Диапазон изм. разности температур, °С	3 ÷ 150	3 ÷ 150
5 Длина монтажной части, мм	80/60	80/60
6 Диаметр монтажной части, мм	12	12
7 Класс точности	А	А
8 Периодичность поверки, лет	1 раз в 4 года	1 раз в 4 года
9 Степень защиты по ГОСТ 14254	IP 65	IP 65

Описание работы тепловычислителя.

ВКТ-7 предназначен для учета, регистрации и дистанционного мониторинга количества тепловой энергии и параметров теплоносителя в системе водяного теплоснабжения (открытой или закрытой), содержащей трубопроводы: подающий (1), обратный (2) и ГВС, подпитки или холодной воды (3). Температура и разность температур воды в трубопроводах может измеряться от 0 до 180 °С.

ВКТ 7 (рисунок 6) обеспечивает измерение, архивацию и индикацию параметров приведённых в таблице 7:

Таблица 7 - Параметры измерения, архивации и индикации ВКТ 7

Обозна- чение	Наименование	Диапазон и ед. измерения	
G_1	Объемный расход в трубопроводе 1	0 - 999999 м ³ /ч	текущие
G_2	Объемный расход в трубопроводе 2		
t_1	Температура воды в трубопроводе 1	0 - 180,00 °C	Текущие и архивные средние
t_2	Температура воды в трубопроводе 2		
d_t	Разность температур воды t1-t2	0 - 180,00 °C	
t_x	Температура холодной воды		
t_a	Температура воздуха	-50 - +130,00 °C	
P_1	Избыточное давление в трубопроводе 1	0 – 16,00 кгс/см ²	
P_2	Избыточное давление в трубопроводе 2		
V_1	Объем воды в трубопроводе 1	0 - 99999999 м ³	Итоговые и архивные
V_2	Объем воды в трубопроводе 2		

Окончание таблицы 7

Обозна- чение	Наименование	Диапазон и ед. измерения	
M_1	Масса воды в трубопроводе 1	0 - 99999999 т	Итоговые и архивные
M_2	Масса воды в трубопроводе 2		
M_{Σ}	Масса водоразбора		
Q_o	Тепловая энергия полная	0 - 99999999 Гкал	
BHP	Время нормальной работы	0 - 49999 час	
BOC	Время отсутствия счета		

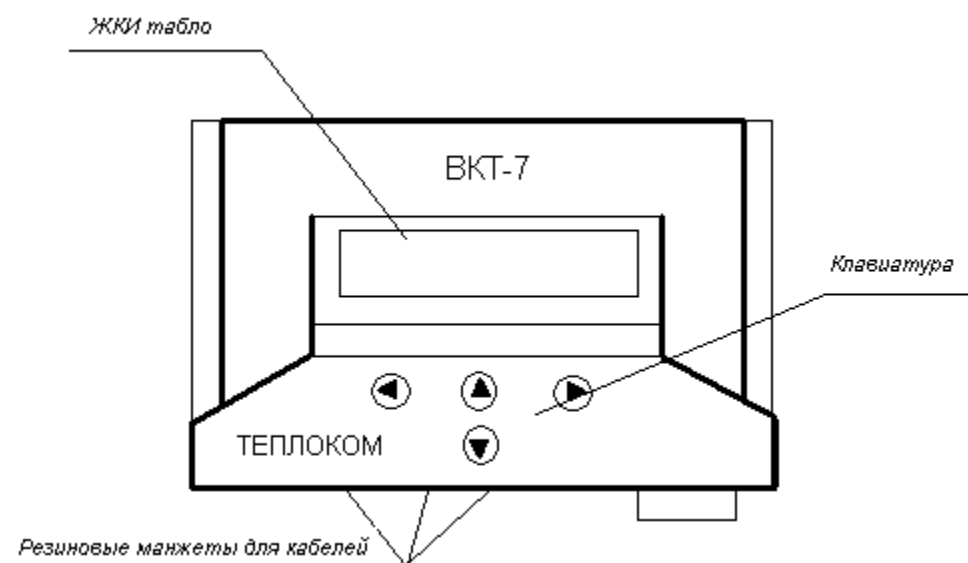


Рисунок 6 – Внешний вид тепловычислителя ВКТ-7

Расчет тепловой энергии потребленной системой отопления и ГВС ($W, Гкал$), осуществляется по формуле:

$$W = M_1 \cdot (h_1 - h_2) + M_{\Sigma} \cdot (h_1 - h_k), \quad (11)$$

где $M_{\Sigma} = (M_1 - M_2)$;

$M_1 = \rho_1 \cdot V_1$ - суммарная масса воды, прошедшая через подающий трубопровод, т;

$M_2 = \rho_2 \cdot V_2$ - суммарная масса воды, прошедшая через обратный трубопровод, т;

$V_1 = c_1 \cdot N_1$ - суммарное количество жидкости (объем), прошедшее в подающем трубопроводе за контролируемый промежуток времени, $м^3$;

c_1 - фактическая цена импульса преобразователя расхода на подающем трубопроводе, м³/имп;

N_1 - суммарное число импульсов, зарегистрированных преобразователем на подающем трубопроводе за 600с, имп;

$V_2 = c_2 \cdot N_2$ - суммарное количество жидкости (объем), прошедшее в обратном трубопроводе за контролируемый промежуток времени, м³;

c_2 - фактическая цена импульса преобразователя расхода на обратном трубопроводе, м³/имп;

N_2 - суммарное число импульсов, зарегистрированных преобразователем на обратном трубопроводе за 600с, имп;

ρ_1 - плотность воды в подающем трубопроводе т/м³;

ρ_2 - плотность воды в обратном трубопроводе т/м³;

h_1 - массовая энтальпия в подающем трубопроводе, Гкал/т;

h_2 - массовая энтальпия в обратном трубопроводе, Гкал/т;

h_x - массовая энтальпия холодной воды, Гкал/т;

ВКТ–7 обеспечивает регистрацию архивных и итоговых показаний величин в энергонезависимой памяти с момента выполнения операции сброс. Архивные показания величин формируются за часы, сутки и месяцы. Архив на ретроспективу: 1152 часов (48 суток), 128 суток и 32 месяца. Показания величин в архиве хранятся до выполнения операции сброс.

Электрооборудование узла учета тепловой энергии.

Напряжение питающей сети низковольтного оборудования составляет ~220В с системой TN-C-S переменного тока с глухозаземленной нейтралью трансформатора. По степени обеспечения надежности электроснабжения потребители электроэнергии, коммерческие узлы учета относятся к II категории электроснабжения согласно [15] и [1] п.7.2.

Электроснабжение электрооборудования узла учета тепловой энергии в данном проекте не рассматривается. Проектом предусматривается защита оборудования, автоматическое регулирование, контроль, сигнализация и управление технологическими процессами в соответствии с требованиями [1; 2; 15].

Потребляемая мощность электрооборудования узла учета тепловой энергии составляет 0,1 кВт. Подключение электрооборудования выполняется от низковольтных шкафов узла учета ШУУТЭ индивидуальной сборки.

Узел учета предназначен для коммерческого учета тепловой энергии.

Узлом учета предусмотрена реализация следующих функций:

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

1. Измерение текущих показателей расхода теплоносителя:
 - измерение расхода теплоносителя;
 - измерение температуры;
 - измерение давления.
2. Расчет почасовых значений, названных выше показателей, и их регистрация в энергонезависимой памяти вычислителя:
 - расчет текущих значений потребления тепловой энергии теплоносителя;
 - учет времени непрерывной работы и его регистрация.
3. Индикация (вывод на встроенный в вычислитель дисплей) названных выше показателей.
4. Возможность передачи данных на устройство считывания данных.
5. Контроль диапазонов измерения названных выше параметров и регистрация ошибок в случае выхода фактических значений за границы установок по диапазонам измерений.

Установка приборов КИП, устанавливаемых на трубопроводах, а так же кабельные сети к ним уточняются по месту.

Для организации автоматического сбора информации, удаленного мониторинга состояния узла учета на объекте проектом предусмотрен GSM-модем Siemens MC-35i. К данному модему подключается внешняя GSM антенна.

Сечения проводов и кабелей проверены по пропускной способности, потере напряжения и соответствуют токам защитных аппаратов.

Силовые цепи выполняются медным кабелем ВВГнг-LS.

Контрольные и сети сигнализации выполняются экранированным кабелем с медными жилами марки КМПЭВнг-LS, МКЭШ.

Кабели прокладываются, открыто на конструкциях, по стенам в лотках, профиле, трубах гибких гофрированных ПВХ.

Заземление выполнить согласно [15] гл.1-7. В качестве заземления используется специальная жила заземления в составе питающих кабелей. Проектом предусмотрен ящик шинный для выполнения системы уравнивания потенциалов.

Условные обозначения приняты по ГОСТ 21614-88, ГОСТ 2.755-87, ГОСТ 21.613-2002, ГОСТ 2.710-81, ГОСТ 21.404-85.

2.3 Гидравлический расчет

Расчет гидравлических потерь (отопительный период) расчетная схема участков трубопровода смотри рисунок 7.

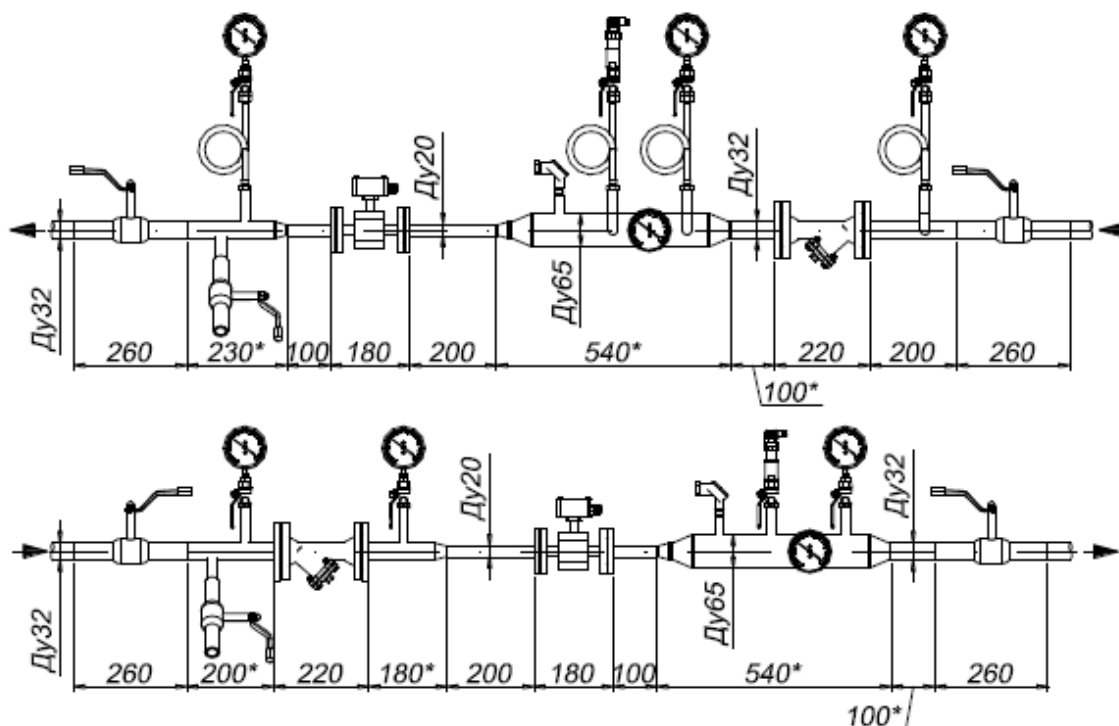


Рисунок 7 – Расчетная схема участков трубопроводов

Средние скорости потока на всех отрезках трубопровода для объемного расхода трубопровода подачи $G_{o(1)}$, обратного трубопровода $G_{o(2)}$:

$$V_i = \frac{G_{o(i)}}{3600 \cdot F_i}, \quad (12)$$

где V_i - скорость i -го участка трубопровода;

F_i - площадь i -го участка трубопровода ($F_{1, Ду32} = 0,0008 \text{ м}^2$, $F_{2, Ду20} = 0,0003 \text{ м}^2$);

$G_{o(1)}$ и $G_{o(2)}$ - объемный расход трубопроводов подающего и обратного соответственно, находим из выражения:

$$G_{o(i)} = \frac{G_{\text{общ}} \cdot 1000}{\rho}, \quad (13)$$

где ρ - плотность воды, тогда

$$G_{o(1)} = \frac{0,937 \cdot 1000}{917} = 1,022 \frac{\text{м}^3}{\text{час}};$$

$$G_{o(2)} = \frac{0,937 \cdot 1000}{978} = 0,958 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}.$$

Средние скорости потока на участках трубопроводов:

$$V_1 = \frac{1,022}{3600 \cdot 0,0008} = 0,355 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

$$V_2 = \frac{0,958}{3600 \cdot 0,0008} = 0,333 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Скорость потока в сужении:

$$V_1 = \frac{1,022}{3600 \cdot 0,0003} = 0,946 \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

$$V_2 = \frac{0,958}{3600 \cdot 0,0003} = 0,887 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Потери напора на всех сужениях и расширениях измерительного участка трубопровода.

Сужения потока (конфузоры).

Потери напора на каждом из конфузоров h_k определяются по формуле:

$$h_k = \varepsilon_k \cdot \frac{\rho \cdot V_i^2}{2}, \quad (14)$$

где V - скорость потока в меньшем из сечений конфузора;

ε_k - коэффициент гидравлического сопротивления конфузора определяется по формуле:

$$\varepsilon_k = f_\varepsilon \cdot \left(1 - \frac{F_2}{F_1} \right) + \varepsilon_{mp}, \quad (15)$$

где F_1, F_2 - площади поперечного сечения трубопроводов в большем и меньшем сечениях соответственно.

$f_k = f_\varepsilon \cdot \left(\frac{\alpha \cdot L}{D_{\min}} \right)$ - коэффициент зависит от угла расширения и

относительной длины конфузора. Выбирается по графику в зависимости от отношения диаметров сопрягаемых трубопроводов:

при $\frac{D_1}{D_2} = \frac{32}{20} = 1,6$: $f_\varepsilon = 0,029$, $\varepsilon_{mp} = 0,003$, тогда:

$$\varepsilon_k = 0,029 \cdot \left(1 - \frac{0,0003}{0,0008} \right) + 0,003 = 0,0211,$$

$$h_{k1} = 0,0211 \cdot \frac{917 \cdot 0,946^2}{2} = 8,7 \text{ Па} = 0,00087 \text{ м},$$

$$h_{k2} = 0,0211 \cdot \frac{978 \cdot 0,887^2}{2} = 8,1 \text{ Па} = 0,00081 \text{ м}.$$

Расширения потока (диффузоры).

Для диффузоров коэффициент сопротивления относительно скорости потока в меньшем из сечений, рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_o = k \cdot \varepsilon_c, \quad (16)$$

где $k = 1,4$ - поправочный коэффициент, определяется по графику;

ε_c - коэффициент сопротивления суммарный, складывается из коэффициента сопротивления трения ε_{mp} и коэффициента расширения ε_p :

$$\varepsilon_c = \varepsilon_{mp} + \varepsilon_p = 0,01 + 0,11 = 0,12, \text{ тогда:}$$

$$\varepsilon_o = 1,4 \cdot 0,12 = 0,168.$$

Потери напора на каждом из диффузоров h_o определяем по формуле:

$$h_o = \varepsilon_o \cdot \frac{\rho \cdot V_i^2}{2}, \quad (17)$$

$$h_{o1} = 0,168 \cdot \frac{917 \cdot 0,946^2}{2} = 68,9 \text{ Па} = 0,00689 \text{ м},$$

$$h_{o2} = 0,168 \cdot \frac{978 \cdot 0,887^2}{2} = 64,6 \text{ Па} = 0,00646 \text{ м}.$$

Потери на линейных участках трубопроводов h_L определяем по формуле:

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

$$h_{\text{ли}} = \lambda_i \cdot \frac{L_i}{D_i} \cdot \frac{\rho \cdot V_i^2}{2}, \quad (18)$$

где λ_i - коэффициент гидравлического трения линейных отрезков участка трубопровода;

L_i - длина i -го отрезка;

D_i - внутренний диаметр i -го отрезка.

$$\lambda_i = 0,11 \cdot \left(\Delta r + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}, \quad (19)$$

где Δr - относительная шероховатость каждого из отрезков трубопровода;
 Re - число Рейнольдса.

$$\Delta r = \frac{R_{\text{ш}}}{D_i}, \quad (20)$$

где $R_{\text{ш}} = 0,1$ - эквивалентная шероховатость;

D_i - внутренний диаметр соответствующего отрезка.

$$\Delta r = \frac{0,1}{20} = 0,005.$$

Число Рейнольдса рассчитывается по формуле:

$$\text{Re} = \frac{D_i \cdot V_i}{\nu}, \quad (21)$$

где D_i - внутренний диаметр соответствующего отрезка;

V_i - скорость потока в сужении;

ν - кинематическая вязкость воды ($\nu = 1,99 \cdot 10^{-7} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$ - подающий трубопровод, $\nu = 4,1 \cdot 10^{-7} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$ - обратный трубопровод).

$$\text{Re}_1 = \frac{0,02 \cdot 0,946}{1,99 \cdot 10^{-7}} = 0,95 \cdot 10^5,$$

$$\text{Re}_2 = \frac{0,02 \cdot 0,887}{4,1 \cdot 10^{-7}} = 0,43 \cdot 10^5,$$

$$\lambda_1 = 0,11 \cdot \left(0,005 + \frac{68}{0,95 \cdot 10^5} \right)^{0,25} = 3,02 \cdot 10^{-2},$$

$$\lambda_2 = 0,11 \cdot \left(0,005 + \frac{68}{0,43 \cdot 10^5} \right)^{0,25} = 3,13 \cdot 10^{-2}.$$

Потери на линейных участках трубопроводов:

$$h_{л1} = 3,02 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{0,455}{0,02} \cdot \frac{917 \cdot 0,946^2}{2} = 281,9 \text{ Па} = 0,02819 \text{ м},$$

$$h_{л2} = 3,13 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{0,455}{0,02} \cdot \frac{978 \cdot 0,887^2}{2} = 273,9 \text{ Па} = 0,02739 \text{ м}.$$

Определение потерь напора на фильтре.

Гидравлическое сопротивление фильтра определяется по формуле:

$$h_{\phi} = \left(\frac{G}{K_v} \right)^2 \cdot 10, \quad (22)$$

где G - расчетный расход;

$K_v = 20 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$ - условная пропускная способность фильтра (из технических описаний).

$$h_{\phi1} = \left(\frac{1,022}{20} \right)^2 \cdot 10 = 0,0261 \text{ м},$$

$$h_{\phi2} = \left(\frac{0,958}{20} \right)^2 \cdot 10 = 0,02294 \text{ м}.$$

Определение потерь напора на шаровом кране.

Гидравлическое сопротивление крана определяется по формуле:

$$h_{кр} = \left(\frac{G}{K_v} \right)^2 \cdot 10, \quad (23)$$

где G - расчетный расход;

$K_v = 52 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$ - условная пропускная способность шарового крана (из технических описаний).

$$h_{кр1} = \left(\frac{1,022}{52} \right)^2 \cdot 10 = 0,00386 \text{ м},$$

$$h_{кр2} = \left(\frac{0,958}{52} \right)^2 \cdot 10 = 0,00339 \text{ м.}$$

Определение потерь напора на термометре сопротивления.

Расчетная часть термометра внутри трубопровода представляет собой цилиндрическое тело установленное под углом 90^0 к потоку. Для расчета используется формула:

$$h_m = \varepsilon \cdot \frac{\rho \cdot V_i^2}{2}, \quad (24)$$

Коэффициент местного сопротивления для термометра выбирается согласно выражению:

$$\varepsilon = c \cdot \frac{F}{F_0} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{F}{F_0} \right)^2}, \quad (25)$$

где $c = 0,6$ - коэффициент лобового сопротивления цилиндра установленного под углом 90^0 ;

F - проекция площади поперечного сечения корпуса термометра на поперечное сечение трубопровода;

F_0 - площадь поперечного сечения трубопровода в месте установки термометра.

$$\frac{F}{F_0} = \frac{L_T \cdot d_T}{D^2} \cdot 0,9, \quad (26)$$

где $L_T = 0,08 \text{ м}$ и $d_T = 0,012 \text{ м}$ - длина рабочей части гильзы термометра внутри трубопровода и ее диаметр соответственно.

$$\frac{F}{F_0} = \frac{0,08 \cdot 0,012}{0,065^2} \cdot 0,9 = 0,2045,$$

$$\varepsilon = 0,6 \cdot 0,2045 \cdot \frac{1}{(1 - 0,2045)^2} = 0,194.$$

Потери напора на термометре:

$$h_{m1} = 0,194 \cdot \frac{917 \cdot 0,355^2}{2} = 11,2 \text{ Па} = 0,00112 \text{ м,}$$

$$h_{m2} = 0,194 \cdot \frac{978 \cdot 0,333^2}{2} = 10,5 \text{ Па} = 0,00105 \text{ м.}$$

Определение потерь напора на гильзе показывающего термометра.

Расчетная часть термометра внутри трубопровода представляет собой цилиндрическое тело установленное под углом 90^0 к потоку. Для расчета используется формула (24):

$$h_m = \varepsilon \cdot \frac{\rho \cdot V_i^2}{2},$$

Коэффициент местного сопротивления для термометра выбирается согласно выражению (25):

$$\varepsilon = c \cdot \frac{F}{F_0} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{F}{F_0}\right)^2},$$

где $c = 0,6$ - коэффициент лобового сопротивления цилиндра установленного под углом 90^0 ;

F - проекция площади поперечного сечения корпуса термометра на поперечное сечение трубопровода;

F_0 - площадь поперечного сечения трубопровода в месте установки термометра.

Отношение $\frac{F}{F_0}$ находим по формуле (26):

$$\frac{F}{F_0} = \frac{L_T \cdot d_T}{D^2} \cdot 0,9,$$

где $L_T = 0,1 \text{ м}$ и $d_T = 0,0125 \text{ м}$ - длина рабочей части гильзы термометра внутри трубопровода и ее диаметр соответственно.

$$\frac{F}{F_0} = \frac{0,1 \cdot 0,0125}{0,065^2} \cdot 0,9 = 0,2663,$$

$$\varepsilon = 0,6 \cdot 0,2663 \cdot \frac{1}{(1 - 0,2663)^2} = 0,2968.$$

Потери напора на термометре:

$$h'_{m1} = 0,2968 \cdot \frac{917 \cdot 0,355^2}{2} = 17,2 \text{Па} = 0,00172 \text{м},$$

$$h'_{m2} = 0,2968 \cdot \frac{978 \cdot 0,333^2}{2} = 16,1 \text{Па} = 0,00161 \text{м}.$$

Полные потери напора на измерительном участке.

Полные потери напора определяются суммированием всех ранее полученных потерь. Преобразователи расхода не вносят потери на измерительном участке:

$$h_{\Sigma u} = h_{\kappa} + h_{\partial} + h_{\text{л}}. \quad (27)$$

Потери напора на участке подающего трубопровода:

$$h_{\Sigma u1} = 0,00087 + 0,00689 + 0,02819 = 0,03595 \text{м}.$$

Потери напора на участке обратного трубопровода:

$$h_{\Sigma u2} = 0,00081 + 0,00646 + 0,02739 = 0,03466 \text{м}.$$

Общие потери напора на измерительном участке H_u в отопительный период составляют:

$$H_u = h_{\Sigma u1} + h_{\Sigma u2}. \quad (28)$$

$$H_u = 0,03595 + 0,03466 = 0,07061 \text{м}.$$

Полные потери напора на узле учета тепловой энергии.

Полные потери напора на УУТЭ определяются суммированием всех полученных потерь. Преобразователи расхода не вносят потери на измерительном участке.

$$h_{\Sigma} = h_{\Sigma u} + h_{\phi} + 2 \cdot h_{\kappa p} + h_m + h'_m. \quad (29)$$

Потери напора подающего трубопровода:

$$h_{\Sigma 1} = 0,03595 + 0,02611 + 2 \cdot 0,00386 + 0,00112 + 0,00172 = 0,07262 \text{м}.$$

Потери напора обратного трубопровода:

$$h_{\Sigma 2} = 0,03466 + 0,02294 + 2 \cdot 0,00339 + 0,00105 + 0,00161 = 0,06704 \text{ м.}$$

Общие потери напора на узле учета $H_{ууТЭ}$ в отопительный период составляют:

$$H_{ууТЭ} = h_{\Sigma 1} + h_{\Sigma 2}, \quad (30)$$

$$H_{ууТЭ} = 0,07262 + 0,06704 = 0,13966 \text{ м.}$$

Оценка влияния потерь напора вызванных установкой приборов учета тепловой энергии.

Оценка влияния установки приборов учета в напорные и подающие трубопроводы производится из следующих соображений. Если величина относительного расхода рассчитанного по выражению не будет менее 0,9 – 0,95 (что соответствует снижению расхода на 5% - 10%), то можно считать, что установка приборов учета тепла или воды практически не влияет на расход воды в системе:

$$\frac{Q_u}{Q} = \left(1 - 0,1 \cdot \frac{H_{ууТЭ}}{\Delta P} \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (31)$$

где ΔP - располагаемый напор в теплосети, $\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$.

$$\frac{Q_u}{Q} = \left(1 - 0,1 \cdot \frac{0,13966}{2} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,996502$$

Относительное снижение напора в системе (отопительный период) составляет 0,996502, что соответствует снижению расхода менее чем на 1%.

Расчет гидравлических потерь ГВС, расчетная схема участков трубопровода смотри рисунок 8.

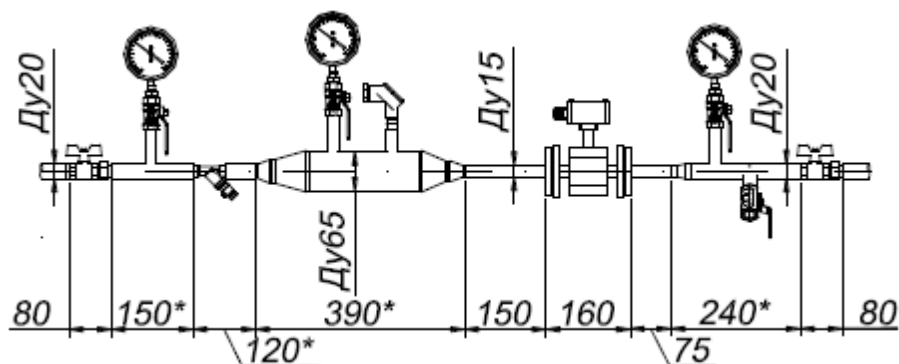


Рисунок 8 – Расчетная схема участков трубопроводов

Средние скорости потока на всех отрезках трубопровода для объемного расхода трубопровода ГВС $G_{o(l)}$ определим по формуле (12):

$$V_i = \frac{F_{o(i)}}{3600 \cdot F_i},$$

где V_i - скорость i -го участка трубопровода;

F_i - площадь i -го участка трубопровода ($F_{1Ду20} = 0,0003 \text{ м}^2$, $F_{2Ду15} = 0,00019 \text{ м}^2$);

$G_{o(l)}$ - объемный расход трубопровода ГВС, находим из выражения (13):

$$G_{o(l)} = \frac{G_{\text{общ}} \cdot 1000}{\rho},$$

где ρ - ПЛОТНОСТЬ ВОДЫ, ТОГДА

$$G_{o(l)} = \frac{0,145 \cdot 1000}{981,4} = 0,148 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}.$$

Средние скорости потока на участках трубопроводов:

$$V_1 = \frac{0,148}{3600 \cdot 0,0003} = 0,137 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Скорость потока в сужении:

$$V_1 = \frac{0,148}{3600 \cdot 0,00019} = 0,216 \frac{м}{с}.$$

Потери напора на всех сужениях и расширениях измерительного участка трубопровода.

Сужения потока (конфузоры).

Потери напора на каждом из конфузоров h_k определим по формуле (14):

$$h_k = \varepsilon_k \cdot \frac{\rho \cdot V_i^2}{2},$$

где V - скорость потока в меньшем из сечений конфузора;

ε_k - коэффициент гидравлического сопротивления конфузора определяем по формуле (15):

$$\varepsilon_k = f_\varepsilon \cdot \left(1 - \frac{F_2}{F_1}\right) + \varepsilon_{mp},$$

где F_1, F_2 - площади поперечного сечения трубопроводов в большем и меньшем сечении соответственно.

$f_\varepsilon = f_\varepsilon \cdot \left(\frac{\alpha \cdot L}{D_{\min}}\right)$ - коэффициент зависит от угла расширения и

относительной длины конфузора. Выбирается по графику в зависимости от отношения диаметров сопрягаемых трубопроводов:

при $\frac{D_1}{D_2} = \frac{20}{15} = 1,333$: $f_\varepsilon = 0,019$, $\varepsilon_{mp} = 0,003$, тогда:

$$\varepsilon_k = 0,019 \cdot \left(1 - \frac{0,00019}{0,0003}\right) + 0,003 = 0,01,$$

$$h_{k1} = 0,01 \cdot \frac{981,4 \cdot 0,216^2}{2} = 0,229 \text{ Па} = 0,000023 \text{ МПа}.$$

Расширения потока (диффузоры).

Для диффузоров коэффициент сопротивления относительно скорости потока в меньшем из сечений, рассчитываем по формуле (16):

$$\varepsilon_d = k \cdot \varepsilon_c,$$

где $k = 1,4$ - поправочный коэффициент, определяется по графику;

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

ε_c - коэффициент сопротивления суммарный, складывается из коэффициента сопротивления трения ε_{mp} и коэффициента расширения ε_p :

$$\varepsilon_c = \varepsilon_{mp} + \varepsilon_p = 0,01 + 0,03 = 0,04, \text{ тогда}$$

$$\varepsilon_o = 1,4 \cdot 0,04 = 0,056.$$

Потери напора на каждом из диффузоров h_o определим по формуле (17):

$$h_o = \varepsilon_o \cdot \frac{\rho \cdot V_i^2}{2},$$

$$h_{o1} = 0,056 \cdot \frac{981,4 \cdot 0,216^2}{2} = 1,28 \text{ Па} = 0,000128 \text{ м}.$$

Потери на линейных участках трубопроводов $h_{ли}$ определим по формуле (18):

$$h_{ли} = \lambda_i \cdot \frac{L_i}{D_i} \cdot \frac{\rho \cdot V_i^2}{2},$$

где λ_i - коэффициент гидравлического трения линейных отрезков участка трубопровода, находим по формуле (19) $\lambda_i = 0,11 \cdot \left(\Delta r + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}$,

L_i - длина i -го отрезка;

D_i - внутренний диаметр i -го отрезка.

Re - число Рейнольдса.

Δr - относительная шероховатость каждого из отрезков трубопровода, определим по формуле (20):

$$\Delta r = \frac{R_u}{D_i},$$

где $R_u = 0,1$ - эквивалентная шероховатость;

D_i - внутренний диаметр соответствующего отрезка.

$$\Delta r = \frac{0,1}{20} = 0,005.$$

Число Рейнольдса рассчитывается по формуле (21):

$$Re = \frac{D_i \cdot V_i}{\nu},$$

где D_i - внутренний диаметр соответствующего отрезка;

V_i - скорость потока в сужении;

ν - кинематическая вязкость воды ($\nu = 4,38 \cdot 10^{-7} \frac{м^2}{с}$ - подающий трубопровод).

$$Re_1 = \frac{0,015 \cdot 0,216}{4,38 \cdot 10^{-7}} = 0,074 \cdot 10^5,$$

$$\lambda_1 = 0,11 \cdot \left(0,00667 + \frac{68}{0,074 \cdot 10^5} \right)^{0,25} = 3,9 \cdot 10^{-2}.$$

Потери на линейных участках трубопроводов:

$$h_{л1} = 3,9 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{0,36}{0,015} \cdot \frac{981,4 \cdot 0,216^2}{2} = 21,4 Па = 0,00214 м.$$

Определение потерь напора на фильтре.

Гидравлическое сопротивление фильтра определяем по формуле (22):

$$h_{\phi} = \left(\frac{G}{K_v} \right)^2 \cdot 10,$$

где G - расчетный расход;

$K_v = 7,9 \frac{м^3}{час}$ - условная пропускная способность фильтра (из технических описаний).

$$h_{\phi 1} = \left(\frac{0,148}{7,9} \right)^2 \cdot 10 = 0,00351 м.$$

Определение потерь напора на шаровом кране.

Гидравлическое сопротивление крана определяем по формуле (23):

$$h_{кр} = \left(\frac{G}{K_v} \right)^2 \cdot 10,$$

где G - расчетный расход;

$K_v = 26 \frac{м^3}{час}$ - условная пропускная способность шарового крана (из технических описаний).

$$h_{кpl} = \left(\frac{0,148}{26} \right)^2 \cdot 10 = 0,000324 м.$$

Определение потерь напора на термометре сопротивления.

Расчетная часть термометра внутри трубопровода представляет собой цилиндрическое тело установленное под углом 90^0 к потоку. Для расчета используем формулу (24):

$$h_m = \varepsilon \cdot \frac{\rho \cdot V_i^2}{2}.$$

Коэффициент местного сопротивления для термометра выбирается согласно выражению (25):

$$\varepsilon = c \cdot \frac{F}{F_0} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{F}{F_0} \right)^2},$$

где $c = 0,6$ - коэффициент лобового сопротивления цилиндра установленного под углом 90^0 ;

F - проекция площади поперечного сечения корпуса термометра на поперечное сечение трубопровода;

F_0 - площадь поперечного сечения трубопровода в месте установки термометра.

Отношение $\frac{F}{F_0}$ находим по формуле (26):

$$\frac{F}{F_0} = \frac{L_T \cdot d_T}{D^2} \cdot 0,9,$$

где $L_T = 0,08 м$ и $d_T = 0,012 м$ - длина рабочей части гильзы термометра внутри трубопровода и ее диаметр соответственно.

$$\frac{F}{F_0} = \frac{0,08 \cdot 0,012}{0,065^2} \cdot 0,9 = 0,2045,$$

$$\varepsilon = 0,6 \cdot 0,2045 \cdot \frac{1}{(1 - 0,2045)^2} = 0,194.$$

Потери напора на термометре:

$$h_{m1} = 0,194 \cdot \frac{981,4 \cdot 0,137^2}{2} = 1,78 \text{Па} = 0,000178 \text{м}.$$

Полные потери напора на измерительном участке.

Полные потери напора определяются суммированием всех ранее полученных потерь формула (27). Преобразователи расхода не вносят потери на измерительном участке:

$$h_{\Sigma u} = h_{\kappa} + h_{\partial} + h_{\text{Л}}.$$

Потери напора на участке подающего трубопровода (летний период):

$$h_{\Sigma u1} = 0,000023 + 0,000128 + 0,00214 = 0,002291 \text{м}.$$

Общие потери напора на измерительном участке H_u в летний период составляют:

$$H_u = h_{\Sigma u1},$$

$$H_u = 0,00291 \text{м}.$$

Полные потери напора на узле учета тепловой энергии.

Полные потери напора на УУТЭ определяются суммированием всех полученных потерь формула (29). Преобразователи расхода не вносят потери на измерительном участке.

$$h_{\Sigma} = h_{\Sigma u} + 2 \cdot h_{\kappa p} + h_{\phi} + h_m.$$

Потери напора подающего трубопровода (летний период):

$$h_{\Sigma 1} = 0,002291 + 2 \cdot 0,000324 + 0,00351 + 0,000178 = 0,006627 \text{м}.$$

Общие потери напора на узле учета $H_{ууТЭ}$ в летний период составляют:

$$H_{ууТЭ} = h_{\Sigma 1},$$

$$H_{ууТЭ} = 0,006627 \text{ м.}$$

Оценка влияния потерь напора вызванных установкой приборов учета тепловой энергии.

Оценка влияния установки приборов учета в напорные и подающие трубопроводы производится из следующих соображений. Если величина относительного расхода рассчитанного по выражению не будет менее 0,9 – 0,95 (что соответствует снижению расхода на 5% - 10%), то можно считать, что установка приборов учета тепла или воды практически не влияет на расход воды в системе определим по формуле (31):

$$\frac{Q_u}{Q} = \left(1 - 0,1 \cdot \frac{H_{ууТЭ}}{\Delta P} \right)^{\frac{1}{2}},$$

где ΔP - располагаемый напор в теплосети, $\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$.

$$\frac{Q_u}{Q} = \left(1 - 0,1 \cdot \frac{0,006627}{1} \right)^{\frac{1}{2}} = 0,9997.$$

Относительное снижение напора в системе (летний период) составляет 0,9997, что соответствует снижению расхода менее чем на 1%.

2.4 Выбор схемы ИТП

Исходя из технических условий на присоединение к тепловым сетям выбираем индивидуальный тепловой пункт с независимым присоединением системы отопления и системы вентиляции рисунок 9.

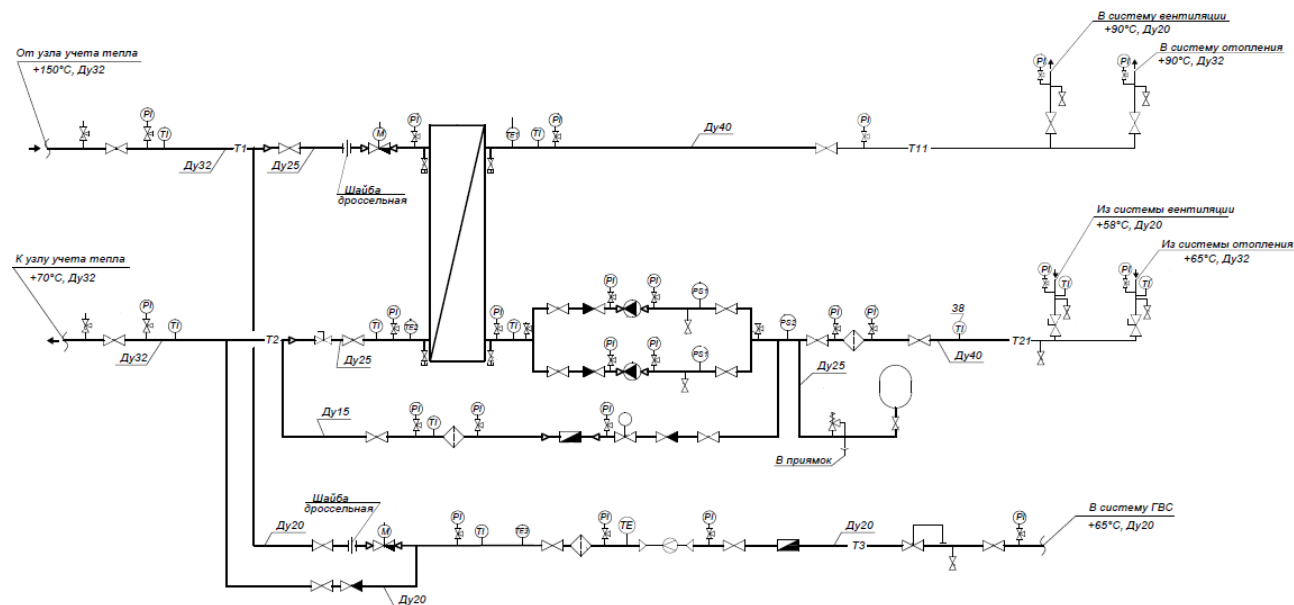


Рисунок 9 – Схема подключения индивидуального теплового пункта.

Система отопления и вентиляции.

Присоединение системы отопления и вентиляции к тепловым сетям предусматривается по независимой схеме через пластинчатый теплообменник.

Циркуляция теплоносителя во вторичном контуре обеспечивается циркуляционным насосом, установленным на обратном трубопроводе. Применяются два насоса – один рабочий, второй резервный.

Предохранительные устройства предотвращают опасность повреждения оборудования при аварийных ситуациях.

Регулирование температуры воды в системе отопления и вентиляции осуществляется при помощи регулирующего клапана с электроприводом, установленном на подающем трубопроводе тепловой сети. Клапан по команде контроллера изменяет расход сетевой воды на отопление и вентиляцию в зависимости от величины рассогласования между текущей температурой воды, поступающей на отопление и вентиляцию, и заданной по температурному графику.

Система горячего водоснабжения. Подача воды на нужды горячего водоснабжения осуществляется непосредственно из тепловой сети (открытая система), с использованием двухходового регулирующего клапана.

Поддержание давления необходимого для ГВС осуществляется клапаном понижения давления D 06 F-3/4"В фирмы Honeywell.

Регулирование температуры воды в системе ГВС производится контроллером при помощи клапана с электроприводом, установленного на подающем трубопроводе тепловой сети (Т1). Контроль температуры воды в системе ГВС осуществляется по датчику, установленному в подающем трубопроводе ГВС (Т3) и подключенному к одному из входов контроллера.

2.5 Подбор оборудования ИТП

Нормативные документы: [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 15; 16]

Данные, учитываемые при разработке рабочего проекта:

1. Расчетные температуры наружного воздуха:

- температура наиболее холодной пятидневки – минус 40 °С;
 - средняя температура за отопительный период – минус 7,1 °С.
- Продолжительность отопительного периода – 234 суток.

2. Параметры теплоносителя представлены в таблице 8:

Таблица 8 - Параметры теплоносителя (вид теплоносителя - вода)

Характеристика	Единица измерения	Значения	
Максимальный расход тепловой энергии:	Гкал/час		
Всего		1,4467/1,1533	
Отопление		0,8777	
Вентиляция		0,1556	
ГВС max/ ГВС ср.ч		0,4134/0,12	
Фактическое избыточное давление измеряемой среды:	кгс/см ²		
- в подающем трубопроводе		7,5	
- в обратном трубопроводе		5,3	
Расчетный массовый расход на:	т/ч	первичный	вторичный
Отопление		10,97	35,08
Вентиляцию		1,95	--
ГВС		6,89	
Температура измеряемой среды:	°С	первичный	вторичный
- системы отопления		150/70	90/65
- системы вентиляции		150/70	--
- системы ГВС		65	

3. Сведения о месте установки ИТП представлены в таблице 9:

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		37

Таблица 9 - Сведения о месте (помещении) установки ИТП

Характеристика	Единица измерения	Значения
Наименование помещения	Тепловой пункт	
Площадь помещения	м ²	110,69
Высота помещения	м	3,3
Строительный объем	м ³	365,27
Расстояние до выхода из здания	м	11

Технические решения, теплоснабжение

Технические решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных мероприятий.

Узел ввода

Для снижения давления в подающем трубопроводе наружной теплосети предусмотрена установка дроссельной шайбы.

Для контроля использования теплоносителя на подающий трубопровод устанавливается клапан. Выбор диаметров регулирующих клапанов производится по расчетной пропускной способности K_v , которую находим по зависимости:

$$K_v = 1,2 \cdot \frac{G_p}{(\Delta P)^{0,5}}, \quad (32)$$

где G_p - расчетный расход сетевой воды, проходящей через клапан, м³/ч;

ΔP - расчетный перепад давлений на клапане, бар.

Расчетный перепад давлений на клапане ΔP принимается не менее 50% от потери давления на регулируемом участке, но не более предельно допустимого значения ΔP_{\max} , по условиям работы клапана в бескавитационном режиме.

К установке принимается клапан, у которого максимальная пропускная способность K_{vs} равна или больше K_v , определенного по вышеприведенной формуле.

Проектом предусматриваются регулирующие седельные проходные клапаны Danfoss VB2, $PN = 25 \text{ бар}$, $T_{\max} = 150^\circ \text{C}$.

Клапаны, подобранные по указанной методике, приведены в спецификации ИТП приложение А, приложение Б. В качестве исполнительных

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

механизмов выбраны электроприводы AMV 23 для регулирующего клапана отопления и AMV 33 для клапана системы ГВС.

Отопление и вентиляция

В связи с применением независимой схемы присоединения системы отопления жилой части здания, в ИТП предусмотрена установка разборного пластинчатого теплообменника марки CBH18-29H на 29 пластин фирмы «ALFA-LAVAL» (Модуль отопления).

Температура теплоносителя после теплообменника отопления соответствует температурному графику 90/70 °С. Температура греющего теплоносителя соответствует температурному графику 150/70 °С. По окончании отопительного сезона теплообменник может быть промыт, если это необходимо. Время замены теплообменника при выходе из строя 6 часов.

Для обеспечения погодной компенсации и создания комфортной температуры в помещениях здания, ИТП оснащен системами автоматического регулирования на базе оборудования фирмы Danfoss (Дания). Управление работой ИТП осуществляется двухконтурным электронным регулятором ECL Comfort 310, с помощью ключа A368.1, устанавливаемом в совмещенном шкафу управления ЩУ-ИТП.

ECL Comfort 310 обладает полным набором функций, необходимых для управления системой отопления и ГВС, включая управление приводом регулирующего клапана, управление насосами систем, обработку аварийных сообщений.

ECL Comfort 310 поддерживает температуру воды, поступающей в систему отопления, в зависимости от температуры наружного воздуха. Для реализации этой функции к регулятору подключаются датчик наружной температуры, устанавливаемый на северной стороне здания и датчик температуры воды, поступающей в систему отопления.

ECL Comfort 310 осуществляет так же контроль за температурой воды, возвращаемой в тепловую сеть. При превышении значений заданных по графику, регулятор сокращает расход сетевой воды из наружной тепловой сети до тех пор, пока температура обратной сетевой воды из системы отопления не будет соответствовать расчетным значениям температурного графика.

Комплектно с регулятором ECL Comfort 310 для контура отопления предусмотрена установка датчиков температуры и регулирующего клапана:

- датчик температуры наружного воздуха ESMТ для системы отопления здания;
- погружные датчики температуры воды ESMU на трубопроводах внутреннего контура отопления;

- погружной датчик температуры воды ESMU на обратном трубопроводе наружной теплосети;
- регулирующий клапан VB 2 ($K_{vs} = 1,6$) с электроприводом AMV 23 на подающем трубопроводе наружной теплосети.

Для создания циркуляции в системе отопления здания предусматривается установка сдвоенного насоса циркуляции марки Magna 25-100 фирмы «Грундфос», один – рабочий и один – резервный. При выборе насоса циркуляции отопления учитывались следующие потери давления:

- в системе отопления потребителей;
- в теплотрассе до потребителей;
- в трубопроводах обвязки оборудования;
- на теплообменнике отопления.

Для заполнения и подпитки системы отопления здания, проектом предусмотрена автоматическая линия подпитки из обратного трубопровода наружных тепловых сетей. Линия подпитки включает в себя:

- соленоидный клапан EV220B (032U453031) фирмы «Данфосс»;
- клапан обратный типа 065B8225 фирмы «Данфосс»;
- необходимую запорно-регулирующую арматуру.

Для компенсации температурного расширения теплоносителя и минимальных утечек, предусмотрена установка расширительного бака NG 80 (1 шт.) фирмы «REFLEX».

Для предотвращения превышения допустимого давления в системе отопления, установлен предохранительный клапан типа 065B8228 фирмы «Данфосс». Клапан устанавливается на обратном трубопроводе системы отопления и срабатывает при достижении давления 18 бар (1,8 МПа).

Горячее водоснабжение

При зависимой схеме подключения ГВС для снижения давления в подающем трубопроводе наружной теплосети предусмотрена установка дроссельной шайбы.

Для контроля использования теплоносителя на подающий трубопровод устанавливается регулирующий клапан VB 2 ($K_{vs} = 0,25$) с электроприводом AMV 33 на подающем трубопроводе наружной теплосети

Для понижения давления в системе ГВС до нормативного устанавливается клапан понижения давления D 06 F-3/4"В фирмы «Honeywell»

Характеристики подобранного оборудования представлены в таблице 10.

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

Таблица 10 - Характеристики выбранного оборудования

Характеристики	ГВС	Отопление и вентиляция	
Теплообменник	Нет теплообменника	СВН18-29Н	
Мощность теплообменника, кВт	-	73,7	
Контур	-	первичный	вторичный
Потери давления, кПа	-	0,79	2,4
Расчетное давление, МПа	-	1,6	
Расчетная температура, °С	-	150	150
Регулирующий клапан	VB2	VB2	
Расход, м³/ч	0,145	0,79	
Потери давления, кПа	34	25	
Циркуляционный насос		Magna25-100	
Подача, м³/ч		2,4	
Напор, кПа		88,4	
Резервный насос		Magna25-100	
Подача, м³/ч		2,4	
Напор, кПа		88,4	

Автоматизация, теплоснабжение

Автоматизация технологических процессов по тракту отопления, вентиляции и ГВС разработана в объеме, достаточном для работы без постоянного обслуживающего персонала и предусматривает: Автоматический ввод резервов (АВР) насосов циркуляции отопления и вентиляции;

- подпитку внутреннего контура отопления в автоматическом режиме;
- сигнализацию состояния оборудования.

Погодную компенсацию в течение отопительного сезона выполняет регулятор ECL Comfort 310 фирмы «Данфосс», который обеспечивает автоматическое поддержание заданного температурного режима систем отопления и вентиляции в зависимости от температуры наружного воздуха.

Арматура

В проекте предусмотрена установка следующей арматуры и оборудования:

По контуру наружной теплосети:

- запорной арматуры под приварку «Данфосс», $T_{\max} = 180^{\circ}\text{C}$, $P_y = 4,0\text{МПа}$.

По контуру систем отопления и вентиляции:

- запорной арматуры под приварку «Данфосс», $T_{\max} = 180^{\circ}\text{C}$, $P_y = 4,0\text{МПа}$.
- запорной арматуры с резьбовым присоединением фирмы «Данфосс»,

$T_{\max} = 110^{\circ}\text{C}$, $P_y = 4,0\text{МПа}$.

По контуру систем ГВС:

- запорной арматуры под приварку «Данфосс», $T_{\max} = 180^{\circ}\text{C}$, $P_y = 4,0\text{МПа}$.

- запорной арматуры с резьбовым присоединением фирмы «Данфосс»,
 $T_{\max} = 110^{\circ}\text{C}$, $P_y = 4,0\text{МПа}$.

На сливных и дренажных трубопроводах используется арматура с резьбовым соединением. При обвязке арматуры с резьбовым присоединением, использовать водогазопроводные трубы.

2.6 Расчёт тепловых потерь при использовании изоляционных материалов.

$$q = \frac{\pi (t_{ж1} - t_{ж2})}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \sum \frac{1}{2\lambda} l_n \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{\alpha_2 d_{n+1}}}$$

$$q = \frac{3,14 (90 - 45)}{\frac{1}{2 \cdot 45} l_n \frac{38 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2 \cdot 0,041} l_n \frac{58 \cdot 10^{-3}}{38 \cdot 10^{-3}}} = 27,6$$

$$q = \frac{3,14 (90 - 45)}{\frac{1}{2 \cdot 45} l_n \frac{38 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2 \cdot 0,037} l_n \frac{58 \cdot 10^{-3}}{38 \cdot 10^{-3}}} = 13,51$$

$$q = \frac{3,14 (90 - 45)}{\frac{1}{2 \cdot 45} l_n \frac{38 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2 \cdot 0,039} l_n \frac{58 \cdot 10^{-3}}{38 \cdot 10^{-3}}} = 12,82$$

Наименование изоляционного материала	Коэффициент теплопроводности λ	Тепловые потери с погонного м
K-FLEX	0.041	27,6
ENERGOFLEX	0.039	12,82
ISOVER	0.037	13,51

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе разрешены технические решения по энергосбережения жилого дома с применением автоматических систем управления, и решены следующие задачи:

- проведен литературный обзор по индивидуальным тепловым пунктам;
- осуществлен расчет принципиальной тепловой схемы и выбрано оборудование;
- спроектирован общий узел коммерческого учета тепловодопотребления;
- осуществление автоматического регулирования параметров теплоносителя в системах отопления и ГВС;
- рассмотрены вопросы использования энегосбережения за счёт изолироания трубопроводов современными изоляционного материала.

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 41-101-95 Проектирование тепловых пунктов. - Введ. 01.07.1996. - 89с.
- 2 СП 124.13330.2012 Тепловые сети. - Актуализированная редакция СП 41-02-2003. - Введ. 01.01.2013. - Москва: ОАО "ВНИПИэнергопром", 2013. - 64с.
- 3 СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. - Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. - Введ. 01.01.2013. - Москва: Минрегион России, 2012 - 87 с.
- 4 СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные. - Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003. - Введ. 20.05.2011. - Москва: ОАО "ЦПП", 2011. - 43 с.
- 5 СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. - Взамен ВСН 59-88. - Введ. 26.10.2003. - Москва: - ФГУП "ЦПП", 2004. - 55 с.
- 6 СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения. - Актуализированная редакция СНиП 2.08.02-89*. - Введ. 01.01.2010. - Москва: Минрегион России, 2009 - 84 с.
- 7 СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. - Введ. 01.01.2013. - Москва: ОАО "РОСЭКОСТРОЙ", 2012 - 128 с.
- 8 СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. - Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. - Введ. 01.01.2013. - Москва: ОАО "СантехНИИпроект", 2012 - 82 с.
- 9 ГОСТ Р 50923-96 Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения. - Введ. 10.07.1996. - Москва: ИПК Издательство стандартов, 1996 - 16 с.
- 10 СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Введ. 01.10.1996. - Москва: ИИЦ Минздрава России, 1996 - 16 с.
- 11 СП 51.13330.2011 Защита от шума . - Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. - Введ. 20.05.2011. - Москва: - Минрегион России, 2011. - 46 с.
- 12 СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение- Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. - Введ. 20.05.2011. - Москва: - Минрегион России, 2011. - 75 с.

13 СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. - Введ. 25.03.2009. - Москва: - МЧС России, 2009. - 32 с.

14 ППР № 390 от 25.04.2012г. О противопожарном режиме . - Введ. 01.05.2012. - Москва: - ООО "НОР", 2012. - 84 с.

15 Правила устройства электроустановок ПУЭ. Издание седьмое. Утв. Приказом Минэнерго России От 08.07.2002 № 204

16 СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства. - взамен СНиП III-33-76*, СН 85-74, СН 102-76*. - Введ. 01.07.1986. - Москва: - Госстрой СССР 1988. - 53 с.

17 Зубова, М.В. Оценка эффективности инвестиций в энергопроекты на основе программного продукта «ENERGY-INVEST»: Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 1007 - "Промышленная теплоэнергетика" / М.В. Зубова, О.Н Лазарева. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 16 с.

					ДП-140400.62-2016 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация оборудования, изделий и материалов узла учета тепловой энергии (УУТЭ)

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
Тепломеханическое оборудование УУТЭ								
	Теплосчетчик в комплекте:	ТСК-7			компл.	1		
1	- вычислитель теплосчетчика	ВКТ7.04		ТЕПЛОКОМ	шт.	1		
2	- преобразователь расхода электромагнитный , $G = 0,48 - 120 \text{ м}^3 / \text{ч}$, $D_y 65$	ПРЭМ-20 кл.С1		ТЕПЛОКОМ	шт.	2		
3	- преобразователь расхода электромагнитный МастерФлоу, $G = 0,01 - 5 \text{ м}^3 / \text{ч}$, $D_y 15$	МФ-15		НПО ПРОМПРИБОР	шт.	1		
4	- подобранная пара термопреобразователей сопротивления с гильзами, $L = 80 \text{ мм}$, $T_{\max} = 160^\circ \text{C}$, $P_y = 1,6 \text{ МПа}$	КТСП-Н Pt100L80		ТЕПЛОКОМ	шт.	1		
5	- термопреобразователь сопротивления с гильзой, $L = 80 \text{ мм}$, $T_{\max} = 160^\circ \text{C}$, $P_y = 1,6 \text{ МПа}$	ТСП-Н Pt100L80		ТЕПЛОКОМ	шт.	1		
6	- преобразователь избыточного давления, $I = 4 - 20 \text{ мА}$, $P = 1,6 \text{ МПа}$	КРТ-9		ТЕПЛОКОМ	шт.	2		
Приборы и средства автоматизации								
13	Термометр биметаллический, осевое исполнение, диаметр корпуса 100 мм , защитная гильза с наружной резьбой $G1 / 2"$, $L = 60 \text{ мм}$, $T = (0..+150)^\circ \text{C}$,	ТБ-100-1 (0...150)-60-1,5		МЕТЕР	шт.	1		
14	Термометр биметаллический, осевое исполнение, диаметр корпуса 100 мм , защитная гильза с наружной резьбой $G1 / 2"$, $L = 60 \text{ мм}$, $T = (0..+120)^\circ \text{C}$,	ТБ-100-1 (0...120)-60-1,5		МЕТЕР	шт.	1		
15	Манометр общетехнический с трубчатой пружиной, диаметр корпуса 100 мм , исполнение стандартное, резьба присоединения трубная $1 / 2"$, диапазон показаний $(0 - 16) \text{ бар}$, класс точности 1,5, $T_{\max} = 160^\circ \text{C}$	ДМ 02-100-1- G-16-1,5		МЕТЕР	шт.	4		

Продолжение приложения А

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
15	Манометр общетехнический с трубчатой пружиной, диаметр корпуса 100мм, исполнение стандартное, резьба присоединения трубная 1 / 2", диапазон показаний (0 – 16)бар, класс точности 1,5, $T_{max} = 160^0C$	ДМ 02-100-1-G-16-1,5		METEP	шт.	4		
16	Манометр общетехнический с трубчатой пружиной, диаметр корпуса 100мм, исполнение стандартное, резьба присоединения трубная 1 / 2", диапазон показаний (0 – 10)бар, класс точности 1,5, $T_{max} = 160^0C$	ДМ 02-100-1-G-10-1,5		METEP	шт.	7		
17	Трубка импульсная, G1/2"				шт.	5		
	- воздухоотводчик автоматический, $D_y 15$		065B8223	DANFOSS	шт.	3		
Трубопроводная арматура								
7	Фильтр сетчатый, фланцевый, с пробкой $P = 1,6MPa$, $T_{max} = 150^0C$, $D_y 32$	FVF	065B7743	DANFOSS	шт.	2		
	- магнитная вставка к фильтру FVF, $D_y 32$	FVF-M	065B7791	DANFOSS	шт.	2		
8	Фильтр сетчатый, фланцевый, с пробкой, с магнитной вставкой $P = 2,5MPa$, $T_{max} = 130^0C$, $D_y 20$	FVR	065B8236	DANFOSS	шт.	1		
9	Кран шаровой приварной, $P = 4,0MPa$, $T_{max} = 180^0C$, $D_y 32$	Jip-WW	065N0115	DANFOSS	шт.	6		
10	Кран шаровой приварной, $P = 4,0MPa$, $T_{max} = 180^0C$, $D_y 25$	Jip-WW	065N0110	DANFOSS	шт.	5		
11	Кран шаровой латунный полнопроходной с накидной гайкой и ниппелем "американка", $P = 1,5MPa$, $T_{max} = 120^0C$, $D_y 20$	065BXXXX	065B8204	DANFOSS	шт.	2		
12	Кран шаровой латунный полнопроходной, $P = 4,0MPa$, $T_{max} = 110^0C$, $D_y 20$	065BXXXX	065B8208	DANFOSS	шт.	1		
18	Кран шаровой со спускным клапаном, $P = 1,6MPa$, $T_{max} = 150^0C$, $D_y 15$	332		BUGATTI	шт.	13		

Продолжение приложения А

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
Трубопроводы								
	Трубопровод из стальных электросварных труб, Ø76х3,5	ГОСТ 10704-91			м	7		
	Трубопровод из стальных электросварных труб, Ø42х3,5	ГОСТ 10704-91			м	7		
	Трубопровод из стальных электросварных труб, Ø32х2,8	ГОСТ 10704-91			м	7		
	Трубопровод из стальных водогазопроводных неоцинкованных труб, D_y 20х2,5	ГОСТ 3262-75*			м	1		
	Трубопровод из стальных водогазопроводных неоцинкованных труб, D_y 15х2,1	ГОСТ 3262-75*			м	3		
Конструкции теплоизоляционные								
	Тепловая изоляция для труб D_y 65, $S = 25\text{мм}$, $L = 2\text{м}$, $T_{\text{max}} = 150^0\text{C}$	K-FLEX SOLAR HT 25х76-2	25х76	РОЛС К-ФЛЕКС	шт.	1		
	Тепловая изоляция для труб D_y 32, $S = 25\text{мм}$, $L = 2\text{м}$, $T_{\text{max}} = 150^0\text{C}$	K-FLEX SOLAR HT 25х42-2	25х42	РОЛС К-ФЛЕКС	шт.	1		
	Тепловая изоляция для труб D_y 25, $S = 25\text{мм}$, $L = 2\text{м}$, $T_{\text{max}} = 150^0\text{C}$	K-FLEX SOLAR HT 25х35-2	25х35	РОЛС К-ФЛЕКС	шт.	1		
	Тепловая изоляция для труб D_y 15, $S = 13\text{мм}$, $L = 2\text{м}$, $T_{\text{max}} = 150^0\text{C}$	K-FLEX SOLAR HT 13х18-2	13х18	РОЛС К-ФЛЕКС	шт.	1		
	Тепловая изоляция для труб D_y 65, $S = 19\text{мм}$, $L = 2\text{м}$, $T_{\text{max}} = 105^0\text{C}$	Трубка K-FLEX HT 19х76-2	19х76	РОЛС К-ФЛЕКС	шт.	3		
	Тепловая изоляция для труб D_y 32, $S = 19\text{мм}$, $L = 2\text{м}$, $T_{\text{max}} = 105^0\text{C}$	Трубка K-FLEX HT 19х42-2	19х42	РОЛС К-ФЛЕКС	шт.	3		
	Тепловая изоляция для труб D_y 25, $S = 19\text{мм}$, $L = 2\text{м}$, $T_{\text{max}} = 105^0\text{C}$	Трубка K-FLEX HT 19х28-2	19х28	РОЛС К-ФЛЕКС	шт.	3		
	Тепловая изоляция для труб D_y 15, $S = 13\text{мм}$, $L = 2\text{м}$, $T_{\text{max}} = 105^0\text{C}$	Трубка K-FLEX HT 13х22-2	13х22	РОЛС К-ФЛЕКС	шт.	1		

Изм.		Продолжение приложения А								
Лист										
№ докум.										
Подп.										
Дата										
ДП-140400.62-2016 ПЗ	Позиция		Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
	Материалы									
		Лента самоклеющаяся, ширина 50 мм, длина 15 м		K-FLEX SOLAR HT 50x15		РОЛС К-ФЛЕКС	шт.	2		
		Лента самоклеющаяся, ширина 50 мм, длина 15 м		K-FLEX SOLAR ST 50x15		РОЛС К-ФЛЕКС	шт.	3		
		Клей, банка 2,6 л		К 414		РОЛС К-ФЛЕКС	шт.	1		
		Покрытие-грунт, банка 3,5 кг		БЕКТОР1025			шт.	1		
		Покрытие, банка 3,5 кг		БЕКТОР1214			шт.	1		
	Электротехническая часть									
	Основное оборудование для монтажа шкафа узла учета тепловой энергии (ШУУТЭ)									
	QF1	Автоматический выключатель, ~220 В, I _н = 6А, тип В, 1Р.		ВА47-63	mcb4763-1-06B	EKF	шт.	1		
	QF2,3	Автоматический выключатель, ~220 В, I _н = 1А, тип В, 1Р.		ВА47-63	mcb4763-1-02B	EKF	шт.	2		
	G1,2,3	Блок питания на DIN рейку, 220/12 В, 10 ВА		10BP220-12		ООО "НПК ТрансЭТ"	шт.	3		
	G4	Блок питания на DIN рейку, 220/24 В DC, 18 ВА		БС-24		ООО "Реконт"	шт.	1		
	1HLR	Арматура светосигнальная ~220 В, красная		AD22-22HS	ledm-ad22-r	EKF	шт.	1		
		Клемма быстрого зажима, 0,5-4 мм ² , 24А		ЗНИ-4 серый	YZN10-004-K03	ИЭК	шт.	2		
		Клемма быстрого зажима ноль, 0,5-4 мм ²		ЗНИ-4 синий	YZN10-004-K07	ИЭК	шт.	2		
		Клемма быстрого зажима заземление, 0,5-4 мм ²		ЗНИ-4 РЕ	YZN20-004-K52	ИЭК	шт.	2		
	ШУУТЭ	Шкаф пустой с монтажной панелью (400x400x210 мм), IP66		MES	MES40.40.21	Провенто	шт.	1		
	1/4	Короб перфорированный 15x30 мм		T1 15x30G	DKC-00672	ДКС	м	1		
	1/3	Рейка оцинкованная, L = 300мм, 35 мм			YDN10-0030	ИЭК	шт.	2		
	1/1	Шина латунная нулевая, 63 А, 14 зажимов, DIN рейку		ШНИ-6x9-14-С-С ИЭК	YNN10-69-14P-K07	ИЭК	шт.	1		
	1/2	Шина латунная, 63 А, 14 зажимов, плата			YNN10-14-100	ИЭК	шт.	1		
	1/5	Держатель маркировки			GE60040	Greenel	шт.	1		
XS1,2	Розетка на DIN, 16 А, 220 В		РДЕ-47	mdse-47	EKF	шт.	2			
50	Лист									

Окончание приложения А

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
Rн	Резистор прецизионный в корпусе	P2-67	P2-67	Реом	шт.	2		
A1	Антенна GSM, SMA-М, 850/1900 МГц - 900/1800 МГц, 2 метра	АНТ-4	АНТ-4	ОВЕН	шт.	1		
A1	EGSM 900/GSM1800 модем, RS232, антенна FME, SIM, 220 В	MC-35i	MC-35i Terminal	Siemens	шт.	1		
Оборудование для монтажа шинного ящика								
ЯЩ	Щит монтажный с панелью (270х210х140 мм)	ЩМП-00	mb-22-00	ЭКФ	шт.	1		
	Шина медь на токи $I_n = 185A$, 20х2 мм, $L = 500мм$	ПММ 2х20	ПММ 2х20	Розница	шт.	1		
	Изолятор типа "бочонок"	SM25	plc-sm-25	ЭКФ	шт.	2		
	Болт полнонарезной	M6х40		Розница	шт.	15		
	Гайка	M6		Розница	шт.	30		
	Шайба	ШМ6		Розница	шт.	60		
Продукция кабельная								
	Кабель монтажный экранированный 5х0,75 мм ²	МКЭШ 5х0,75		ОАО "НП Подольскабель"	м	89		
	Кабель малогабаритный экранированный 2х0,75 мм ²	МКЭШ 2х0,75		ОАО "НП Подольскабель"	м	214		
	Провод силовой с медной жилой сечением: 1х6-0,66 желто-зеленый	ГОСТ 6323-79 ПВ 3		ОАО "НП Подольскабель"	м	92		
Изделия для прокладки кабеля и проводов, маркировки кабеля, хомуты								
	Труба гибкая гофрированная из ПВХ, с протяжкой, $\varnothing_{нар}=16 мм$	Серия 9	91916	ДКС	м	160		
	Хомутный держатель 16-32 мм	"Экспресс"	51200	ДКС	шт.	30		
	Хомут ПВХ (3,6х150 мм), с внутренней насечкой, 1уп.=50 шт.		УНН20-D036-150-050	ИЭК	шт.	120		
1/6	Лоток неперфорированный, $L = 2500мм$, 50х50мм	ЛПМЗТ-50х50пр	11551	Остэк	шт.	4		
1/7	Крышка лотка замковая $L = 2500мм$	КЛЗТ-50пр	20151	Остэк	шт.	4		
	Бирка маркировочная (контрольный кабель)	У-135			шт.	40		
	Гайка	M6	ГМ6	Розница	шт.	120		
	Шайба	ШМ6	ШМ6	Розница	шт.	120		
	Анкер забиваемый	M6х30		Розница	шт.	120		
	Наконечник медный	T6-5-4-M-УХЛЗ		Розница	шт.	40		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Спецификация оборудования, изделий и материалов индивидуального теплового пункта (ИТП)

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
Тепломеханическое оборудование ИТП								
1	Теплообменник пластинчатый разборный системы отопления (29 пластин), $T_{\max} = 150^{\circ}\text{C}$, $P = 1,6\text{МПа}$	CBH18-29H		ALFA-LAVAL	шт.	1		
2	Насос циркуляционный отопления 1x230, $T = 0...95^{\circ}\text{C}$, $G = 2,4\text{м}^3/\text{ч}$, $H = 8,9\text{м}$, $N_{\text{ном}} = 0,185\text{кВт}$	Magna 25-100	962814015	GRUNDFOS	шт.	2		
11	Бак расширительный, $T = 70^{\circ}\text{C}$, $P = 6\text{бар}$, $V = 80\text{л}$	Reflex NG 80	7001200	REFLEX	шт.	1		
12	Быстроразъемное соединение	Reflex SU R 3/4x3/4"	7613000	REFLEX	шт.	1		
Приборы и средства автоматизации								
3	Электронный регулятор температуры с дисплеем и поворотной кнопкой, $\sim 230\text{ В}$	ECL 310		DANFOSS	шт.	1		
-	Ключ регулирования температуры в контуре отопления и ГВС	A368.1		DANFOSS	шт.	1		
4	Датчик температуры наружного воздуха $T = -50... + 50^{\circ}\text{C}$	ESMT		DANFOSS	шт.	1		
5	Датчик температуры погружной $L = 100\text{мм}$ (медь), $T = 0... + 140^{\circ}\text{C}$,	ESMU		DANFOSS	шт.	3		
-	Гильза для датчика ESMU-100, $L = 100\text{мм}$			DANFOSS	шт.	3		
-	Клеммная панель ECL 310			DANFOSS	шт.	1		
7	Электропривод с возвратной пружиной для клапанов VB 2 на отопление	AMV 23		DANFOSS	шт.	1		
9	Электропривод с возвратной пружиной для клапанов VB 2 на ГВС	AMV 33		DANFOSS	шт.	1		
10	Реле защиты сухого хода (прессостат), $P = -0,2...8\text{бар}$, контакт 1 ПК, 16 А	KPI 35		DANFOSS	шт.	3		
14	Соленоидный вентиль "НЗ", с ЭМ, 220 В, 0,05 А, $T = -30... + 90^{\circ}\text{C}$, $P = 2,0\text{МПа}$, $D_y 15$	EV220B		DANFOSS	шт.	1		
15	Счетчик горячей воды, $T = +5... + 95^{\circ}\text{C}$, $D_y 15$	BCГ-15			шт.	2		
-	Комплект присоединителей счетчика горячей воды, $D_y 15$				шт.	2		

Продолжение приложения Б

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
18	Клапан балансировочный, муфтовый, $K_{VS} = 18,0 м^3 / ч$, $T_{max} = 120^0 C$, $D_y 32$	MSV-BD	003Z4004		шт.	1		
19	Клапан балансировочный, муфтовый, $K_{VS} = 9,5 м^3 / ч$, $P = 2 МПа$, $T_{max} = 120^0 C$, $D_y 20$	MSV-BD	003Z4002		шт.	1		
20	Фильтр сетчатый, фланцевый, со сливным краном $P = 1,6 МПа$, $T_{max} = 150^0 C$, $D_y 40$	FVR-D	065B8245	DANFOSS	шт.	1		
21	Фильтр сетчатый, муфтовый, со сливным краном $P = 1,6 МПа$, $T_{max} = 130^0 C$, $D_y 20$	FVR-D	065B8242	DANFOSS	шт.	1		
22	Фильтр сетчатый, муфтовый, со сливным краном $P = 1,6 МПа$, $T_{max} = 130^0 C$, $D_y 15$	FVR-D	065B8241	DANFOSS	шт.	1		
23	Клапан обратный, латунный муфтовый, $P = 1,8 МПа$, $T_{max} = 110^0 C$, $D_y 40$	065BXXXX	065B8228	DANFOSS	шт.	2		
24	Клапан обратный, латунный муфтовый, $P = 1,8 МПа$, $T_{max} = 110^0 C$, $D_y 20$	065BXXXX	065B8225	DANFOSS	шт.	1		
25	Клапан обратный, латунный муфтовый, $P = 1,8 МПа$, $T_{max} = 110^0 C$, $D_y 15$	065BXXXX	065B8224	DANFOSS	шт.	1		
26	Кран шаровой приварной, $P = 4,0 МПа$, $T_{max} = 180^0 C$, $D_y 32$	Jip-WW	065N0115	DANFOSS	шт.	2		
27	Кран шаровой приварной, $P = 4,0 МПа$, $T_{max} = 180^0 C$, $D_y 25$	Jip-WW	065N0110	DANFOSS	шт.	2		
28	Кран шаровой приварной, $P = 4,0 МПа$, $T_{max} = 180^0 C$, $D_y 20$	Jip-WW	065N0105	DANFOSS	шт.	2		
29	Кран шаровой приварной, $P = 4,0 МПа$, $T_{max} = 180^0 C$, $D_y 15$	Jip-WW	065N0100	DANFOSS	шт.	1		
30	Кран шаровой латунный полнопроходной, $P = 4,0 МПа$, $T_{max} = 110^0 C$, $D_y 40$	065BXXXX	065B8211	DANFOSS	шт.	6		
31	Кран шаровой латунный полнопроходной с накидной гайкой и ниппелем "американка", $P = 1,5 МПа$, $T_{max} = 120^0 C$, $D_y 32$	065BXXXX	065B8206	DANFOSS	шт.	1		

Продолжение приложения Б

Пози-ция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудова-ния, изделия, материала	Завод-изготовитель	Еди-ница изме-рения	Коли-чество	Масса едини-цы, кг	Приме-чание
4,5HL	Арматура светосигнальная, $U_n = 220B$	AD22-22D/S	ledm-ad22-g	EKF	шт.	3		
4,5HL	Арматура светосигнальная, $U_n = 220B$	AD22-22D/S	ledm-ad22-g	EKF	шт.	4		
ШУН	Шкаф с монтажной панелью (700х500х250 мм)	MES	MES70.50.22	Провенто	шт.	1		
KT1	Реле времени	ТЭМ181		Реле и автоматика	шт.	1		
SA	Переключатель 3 положения	SW2C-20X/C	sw2c-20x-3	EKF	шт.	1		
SB2.4	Кнопка пуска	SW2C-11	sw2c-11x-g	EKF	шт.	2		
SB1.3	Кнопка останова	SW2C-11	sw2c-11x-r	EKF	шт.	2		
	Шина латунная нулевая, 14 отверстий	Шина "N" PE 63.14	Sn0-63-14-d	EKF	шт.	1		
	Шина латунная РЕ, 14 отверстий	Шина "0" PE 63.14	Sn0-63-14	EKF	шт.	1		
X1-5	Клемма быстрого зажима, 0,5-4 мм ² , 24А	РҮК2,5	307109	Klemsan	шт.	37		
X1-5	Клемма быстрого зажима ноль, 0,5-4 мм ²	РҮК2,5	307101	Klemsan	шт.	4		
X1-5	Клемма быстрого зажима заземление, 0,5-4 мм ²	РҮК2,5	336500	Klemsan	шт.	9		
	Наконечник медный для кабеля сечением $S = 0,75\text{мм}^2$, гильза	E7508	UGN10-C75-02-08	ИЭК	уп.	4		1уп.= 100шт.
	Наконечник медный для кабеля сечением $S = 1,5\text{мм}^2$, гильза	E1508	UGN10-C75-03-08	ИЭК	уп.	9		1уп.= 100шт.
	Кабель-канал перфорированный 40х25 мм, $L = 2000\text{мм}$		кк4025	EKF	шт.	2		
	Основание для хомута самоклеющееся			ИЭК	шт.	20		
	Хомут ПВХ (2,4х95 мм), с внутренней насечкой			ИЭК	шт.	100		
	Держатель шильдиков черный		1SFA616920R8 120	ABB	шт.	12		
	Шильдик матовый в алюминиевом корпусе		1SFA616920R8 121	ABB	шт.	12		
	Рейка оцинкованная, $L = 2000\text{мм}$, 35мм	Cenelec-En	12849	ABB	шт.	1		
	Муфта гибкая труба-коробка, IP65	CXS20	CTA10D-CXS 20-K41-050	ИЭК	шт.	9		
	Набор маркеров 1,5-2,5 мм ² , 0-9	САВ 3 (цифры)	38203	LEGRAND	шт.	1		
XS1	Розетка на DIN, 16 А, 220 В	РДЕ-47	mdse-47	EKF	шт.	1		

Продолжение приложения Б

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
Оборудование для монтажа шинного ящика								
ЯЩ1	Щит монтажный с панелью (270x210x140 мм)	ЩМП-00	mb-22-00	EKF	шт.	1		
	Шина медь на токи $I_n = 140A$, 15x3 мм, $L = 500мм$	KUB 2/2	525201	Klemsan	шт.	1		
	Держатель шины, 15x3 мм	BM	528110	Klemsan	шт.	4		
	Фиксирующий зажим, $S_{max} = 16мм^2$, земля	SBK 16/10	401162	Klemsan	шт.	10		
Продукция кабельная								
	Кабель силовой	ВВГнг-LS-660 5x1,5 мм ²		ОАО "НП Подольскабель"	м	36		
	Кабель силовой	ВВГнг-LS-660 3x1,5 мм ²		ОАО "НП Подольскабель"	м	104		
	Кабель монтажный экранированный 2x0,75 мм ²	МКЭШ 2x0,75 мм ²		ОАО "НП Подольскабель"	м	56		
	Провод силовой гибкий с медной жилой сечением: 1x6-0,66, белый	ГОСТ 6323-79 ПВ 3		ОАО "НП Подольскабель"	м	140		
Системы кабеленесущие металлические								
	Труба стальная водогазопроводная, легкая D_y 20x2,8	ГОСТ 3262-75*		Розница	м	5		
Изделия для прокладки кабеля и проводов, маркировки кабеля, хомуты								
	Труба гофрированная ПВХ, с зондом, $\varnothing_{нар}=16 мм$		СТГ20-16- K41-1001	ИЭК	м	75		
	Держатель 16 мм	CF	СТА10D-CF 16-K41-100	ИЭК	шт.	75		
	Хомут ПВХ (3,6x150 мм), с внутренней насечкой, 1уп.=100 шт.		УНН20- D036-150-050	ИЭК	шт.	200		
	Лоток перфорированный, $L = 2500мм$	ЛПМЗТ- 200x100пр	11251	OSTEC	шт.	10		
	Крышка лотка замковая $L = 2500мм$	КЛЗТ-200пр	20121	OSTEC	шт.	10		
	Кронштейн опорный двухсторонний основание - 200 мм	КОД-200	531201	OSTEC	шт.	10		
	Соединительная планка универсальная для лотка, $h = 100мм$, 1,5 мм	СПУ100	3241001	OSTEC	шт.	24		
	Металлический лоток трубчатый 100x50x2500	ЛНМЗТ(М)- 100пр	12151	OSTEC	шт.	8		
	Крышка лотка 100x15x2500	КЛЗТ-100пр	020111	OSTEC	шт.	8		
	Наконечник медный	T6-5-4-М-УХЛЗ		Розница	шт.	24		

Окончание приложения Б

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
	Бирка маркировочная (силовой кабель)	У-134		Розница	шт.	40		
	Бирка маркировочная (контрольный кабель)	У-135		Розница	шт.	20		
	Терморасширяющаяся противопожарная пена	СР620	338722	Хипти	шт.	1		
	Винт	М6х10	ВМ610	OSTEC	шт.	120		
	Гайка со стопорным буртиком	М6	ГМ6	OSTEC	шт.	120		
	Шайба	ШМ6	ШМ6	OSTEC	шт.	240		
	Анкер забиваемый	М6х30		Розница	шт.	90		
	Планка шарнирного соединения, $L = 150\text{мм}$	ППС	44141	OSTEC	шт.	4		
	Наконечник медный для кабеля сечением $S = 6,0\text{мм}^2$, гильза	Т6-5-4-М			уп.	1		1уп.= 100шт.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Наиболее распространенные схемы тепловых пунктов (ТП)

Схема № 1

ТП с независимым присоединением СО и СВ

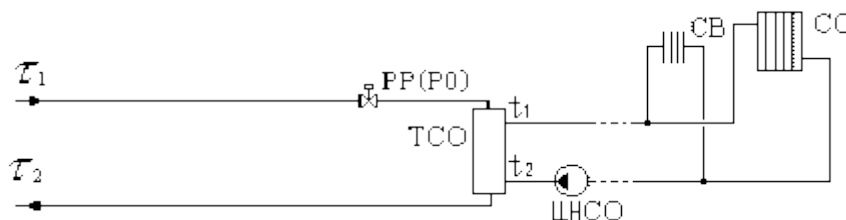


Схема № 2

ТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО и СВ

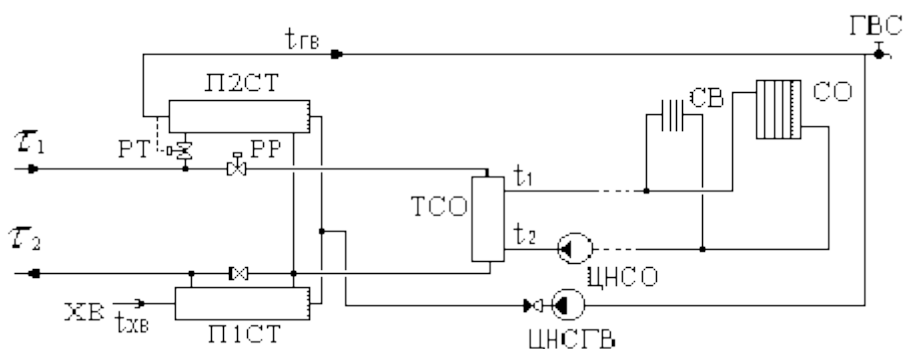


Схема № 3

ТП с параллельным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО и СВ

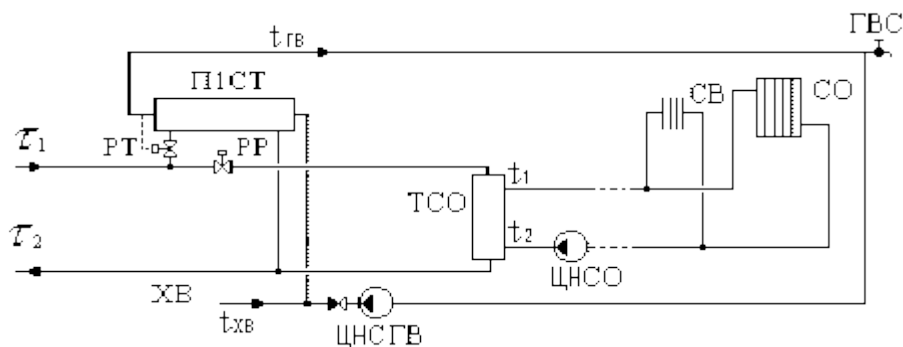


Схема № 4

ТП с групповым элеваторным присоединением СО

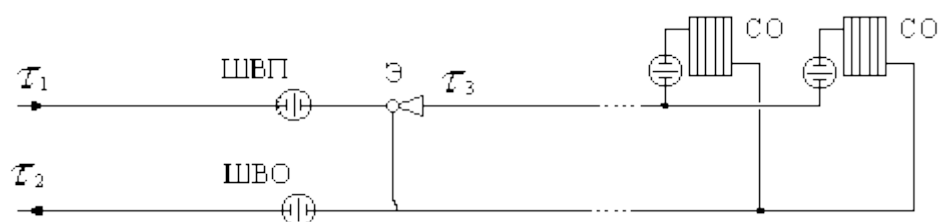


Схема № 5

ТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей

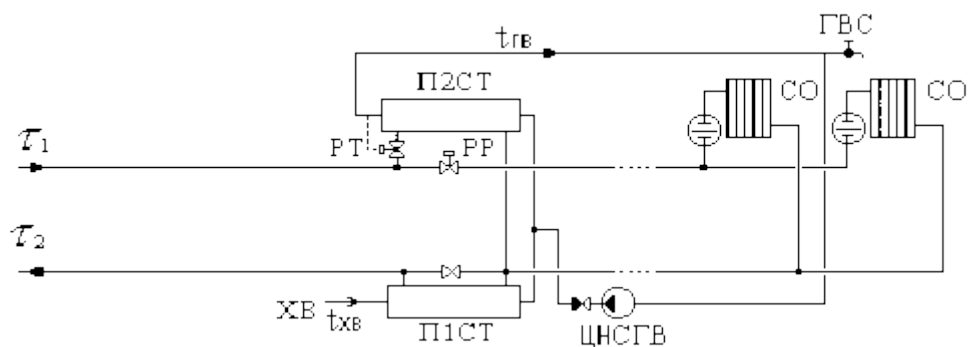


Схема № 6

ТП с параллельным подключением подогревателей

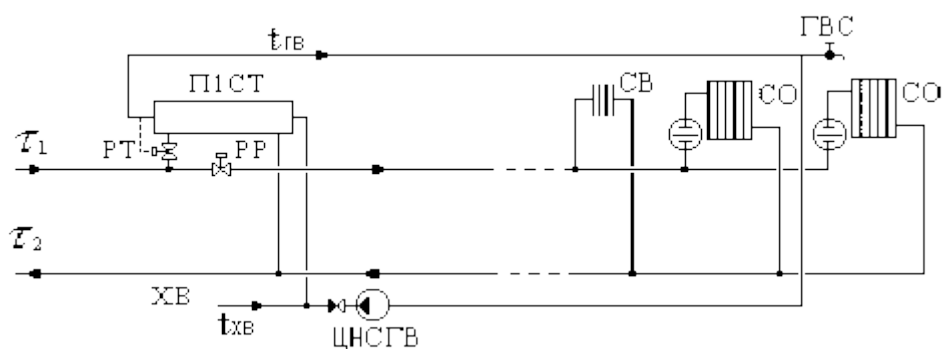


Схема № 7

ТП с насосным смешением

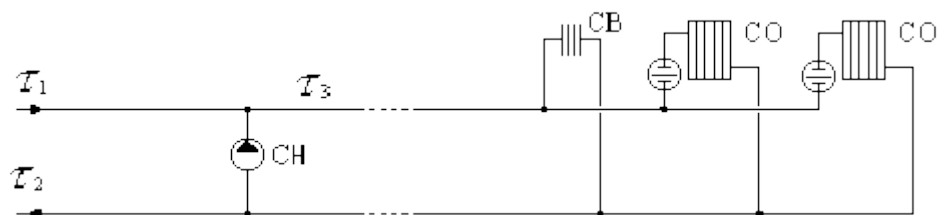


Схема № 8

ТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и насосным смешением

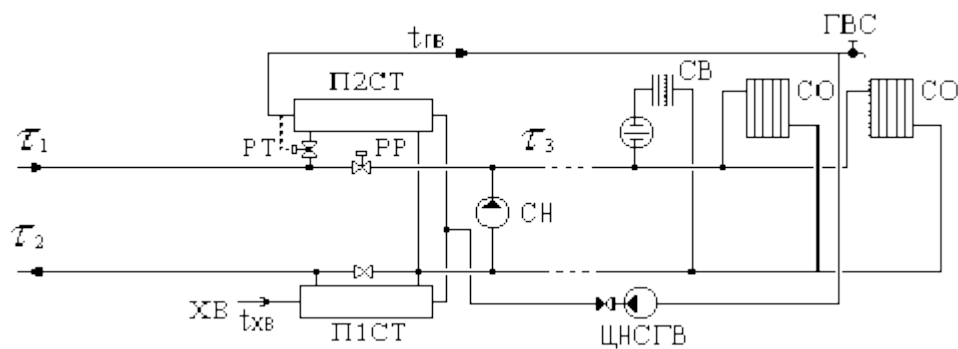


Схема № 9

ТП с параллельным подключением подогревателя ГВС и насосным смешением

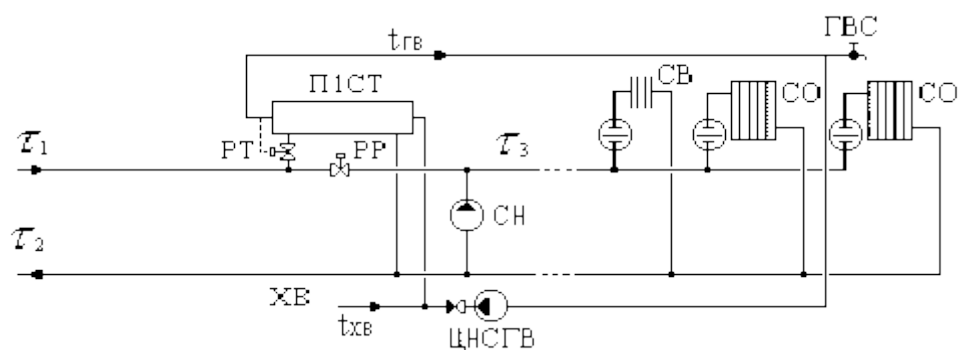


Схема № 10

ТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и элеваторным смешением.

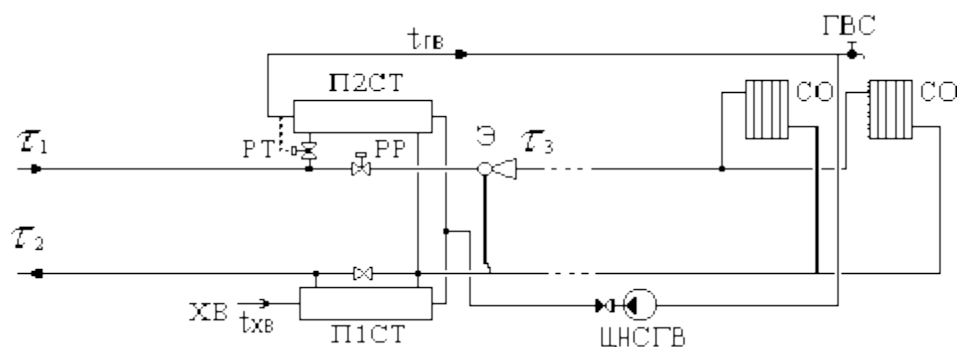


Схема № 11

ТП с параллельным подключением подогревателя ГВС и элеваторным смешением

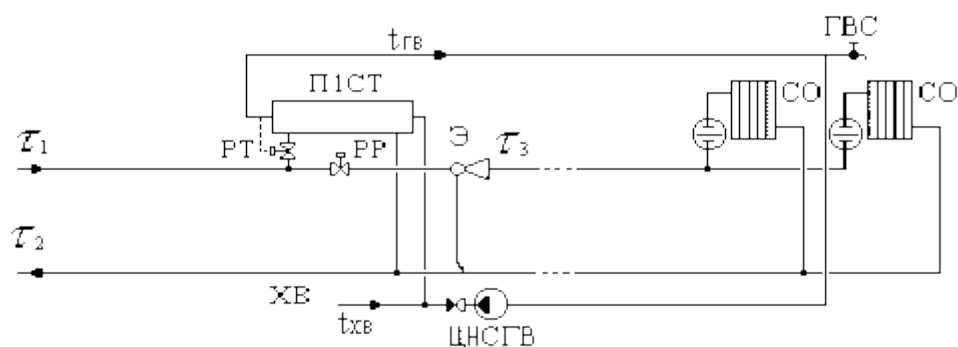


Схема №12

ТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и непосредственным присоединением СО и СВ

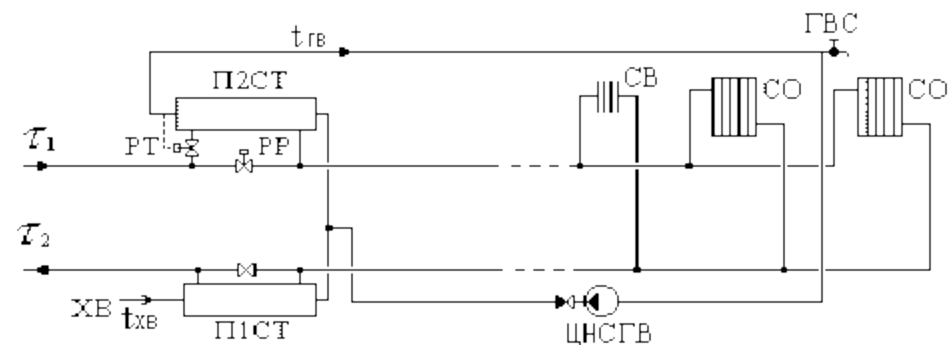


Схема № 13

ТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и элеваторным присоединением СО

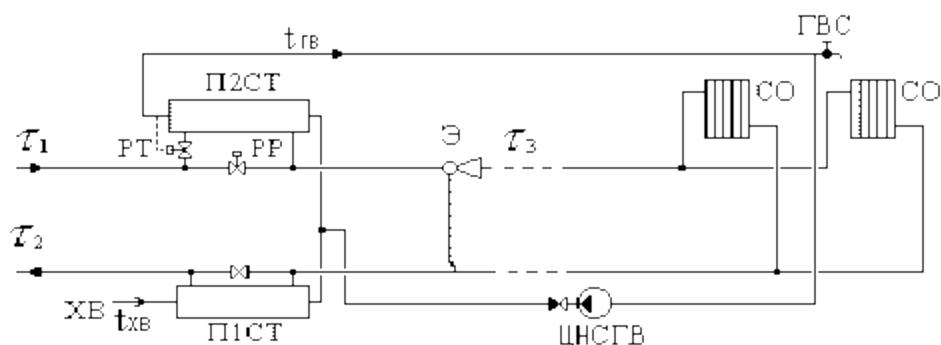


Схема № 14

ТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и насосным присоединением СО и СВ

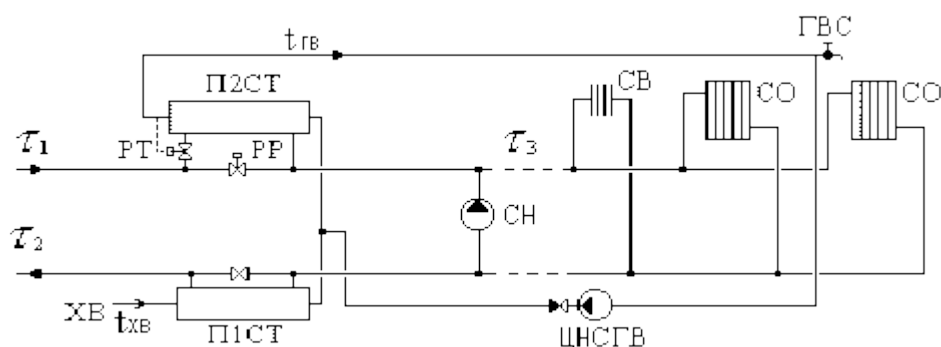


Схема № 15

ТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО

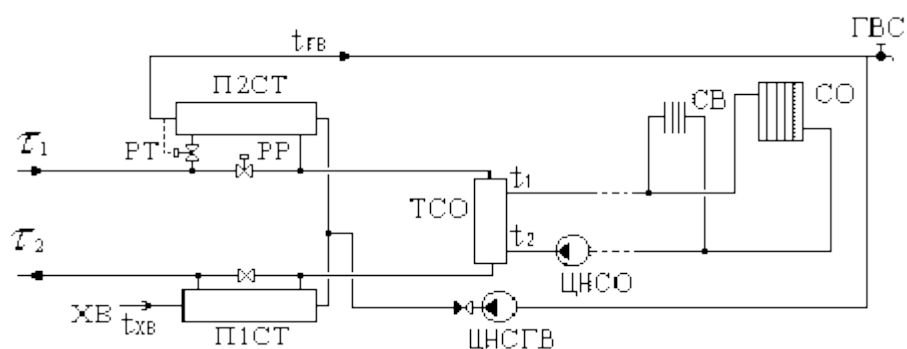


Схема № 16

ТП с одноступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и непосредственным присоединением СО и СВ

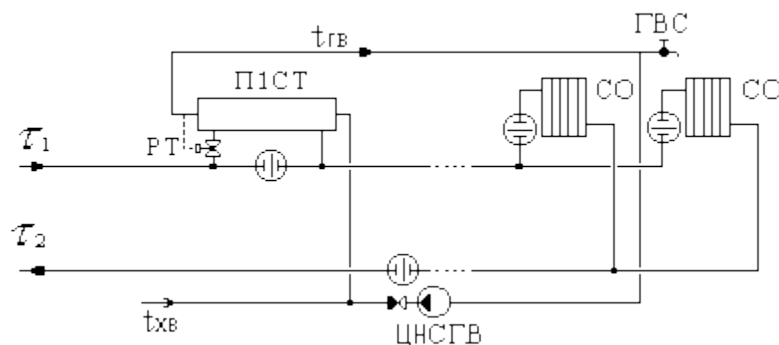


Схема № 17

ТП с открытым водоразбором и установленным регулятором температуры на систему горячего водоснабжения.

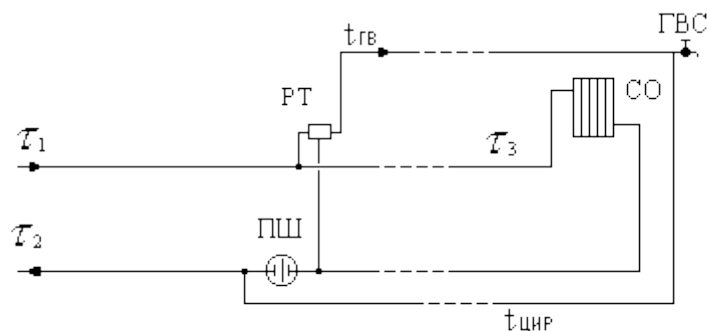


Схема № 18

ТП с последовательным подключением подогревателя ГВС и элеваторным смешением.

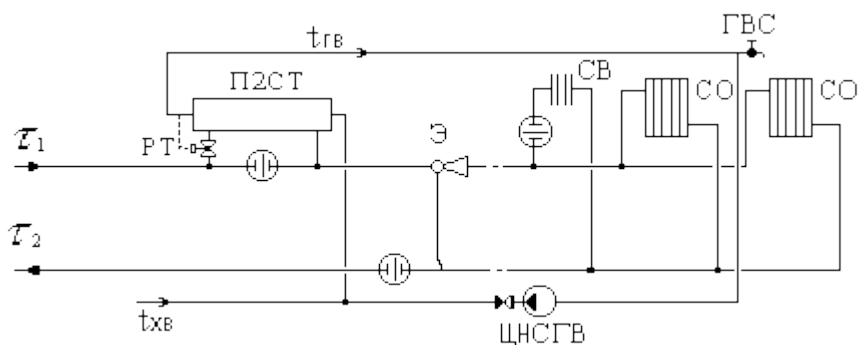


Схема № 19

ТП с последовательным подключением подогревателя ГВС и насосным смешением.

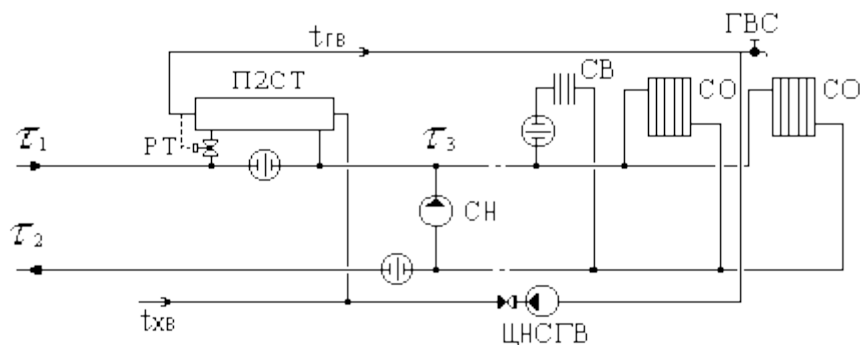


Схема № 20

ТП с одноступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и независимым присоединением СО и СВ.

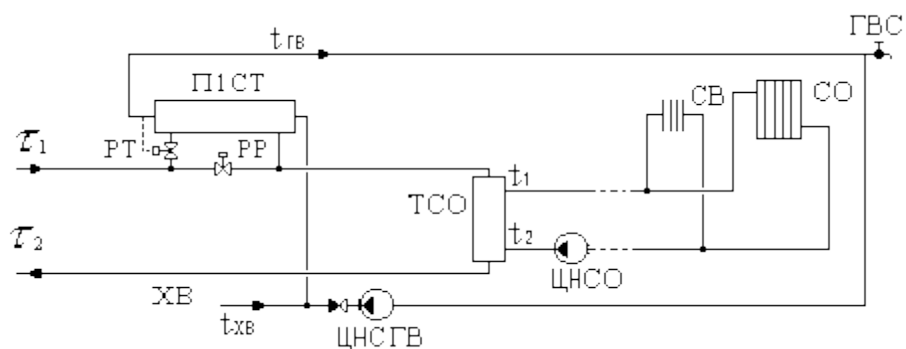


Схема № 21

ТП с насосом смешения на подающем трубопроводе.

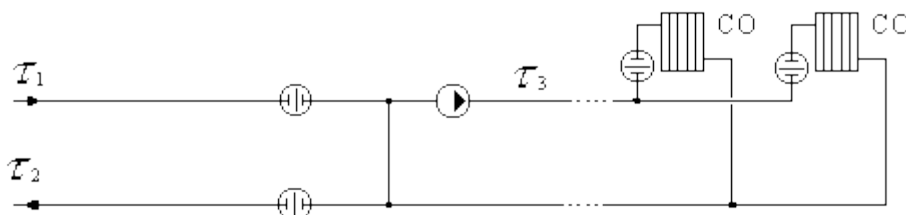


Схема № 22

ТП с насосом смешения на обратном трубопроводе.

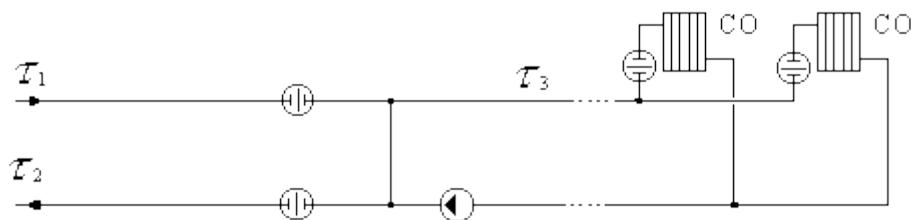


Схема № 23

ТП с параллельным подключением подогревателя ГВС и насосом смешения на подающем трубопроводе.

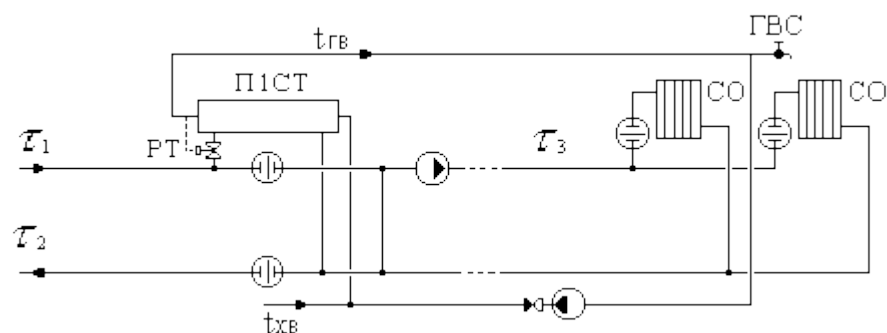


Схема № 24

ТП с параллельным подключением подогревателя ГВС и насосом смешения на обратном трубопроводе.

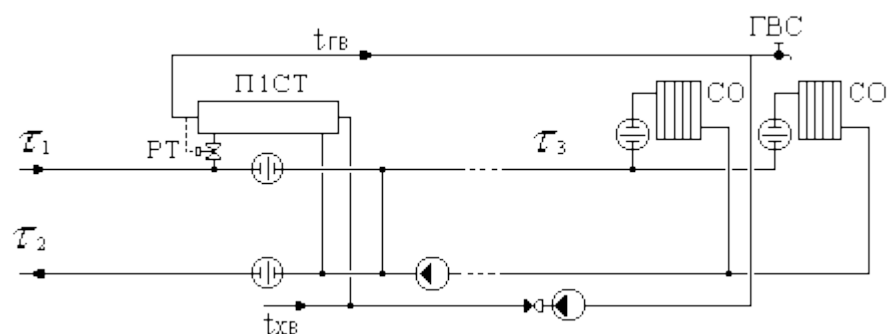


Схема № 25

ТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и насосом смешения на подающем трубопроводе.

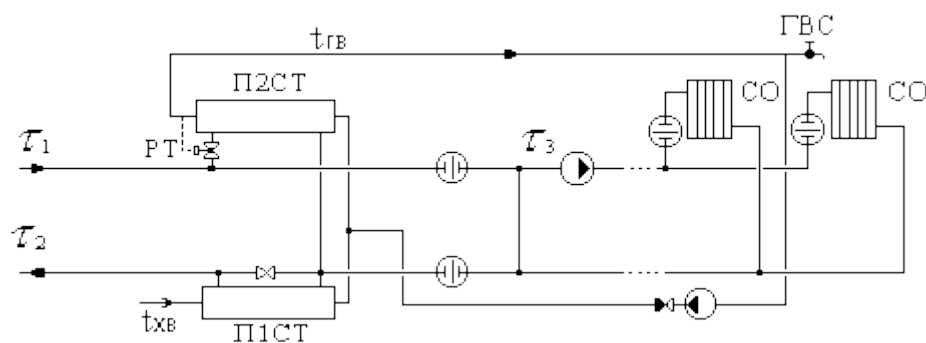


Схема № 26

ТП с двухступенчатым смешанным подключением подогревателей ГВС и насосом смешения на обратном трубопроводе.

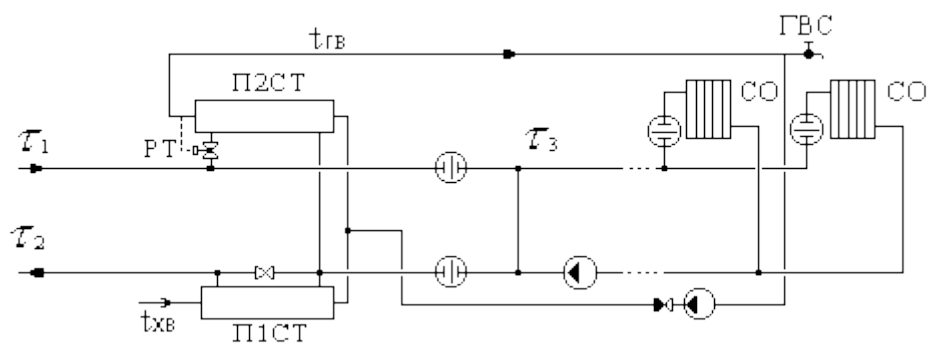


Схема № 27

ТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и насосом смешения на подающем трубопроводе.

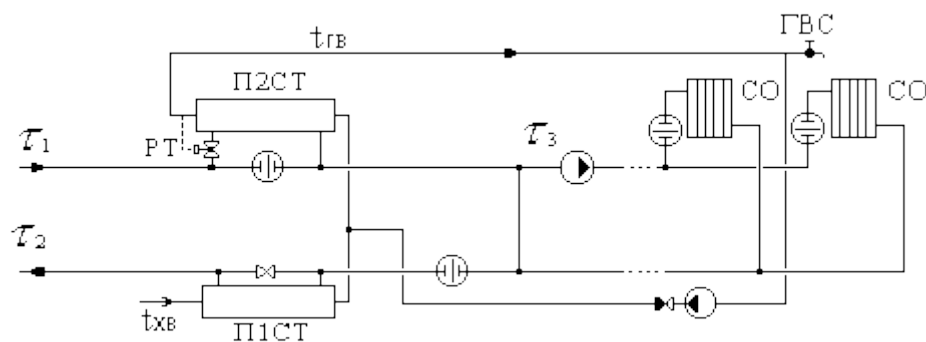
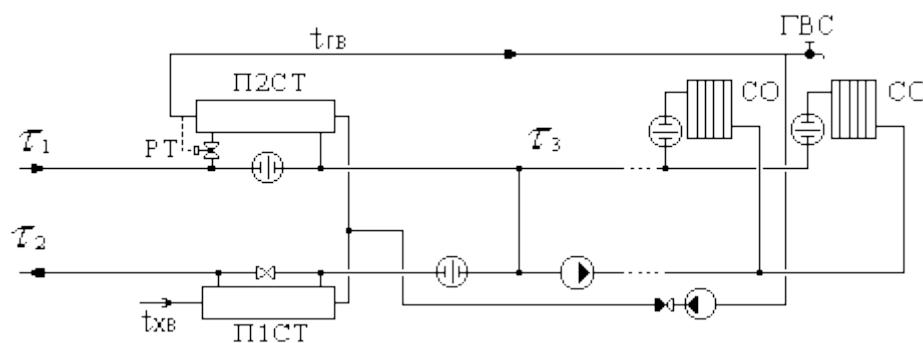


Схема № 28

ТП с двухступенчатым последовательным подключением подогревателей ГВС и насосом смешения на обратном трубопроводе.



Условные обозначения, принятые при изображении схем тепловых пунктов (ТП):

- ГВС - система горячего водоснабжения;
- СВ - система вентиляции;
- СО - система отопления;
- РР - регулятор расхода;
- РТ - регулятор температуры;
- ТСО - теплообменный аппарат на систему отопления;
- П1СТ - подогреватель - теплообменный аппарат первой (нижней) ступени на систему горячего водоснабжения;
- П2СТ - подогреватель - теплообменный аппарат второй (верхней) ступени на систему горячего водоснабжения;
- СН - смесительный насос;
- ЦНСО - циркуляционный насос системы отопления;
- ЦНСГВ - циркуляционный насос системы горячего водоснабжения;
- Э - элеватор.